

Technická univerzita v Liberci
Ekonomická fakulta

Studijní program: M 6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Manažerská informatika

Využití multimédií v komerční praxi

The use of multimedia in commercial practice

DP-EF-KIN-2010-20

ONDŘEJ MIKULÁŠEK

Vedoucí práce:	doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.	katedra informatiky
Konzultant:	Ing. Petr Weinlich, Ph.D.	katedra informatiky

Počet stran: 75

Počet příloh: 3

Datum odevzdání

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až. do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci. 7. 5. 2010

Anotace:

Výrazné rozšíření multimédií v posledních letech, přineslo i lukrativní možnost jejich využití v komerční praxi. Cílem mé diplomové práce s názvem „*Využití multimédií v komerční praxi*“ je poskytnout ucelený přehled těchto možností, s ohledem na reálnou situaci na trhu a běžnou praxi v tomto odvětví. Počet firem a společností, které na tomto trhu působí, v poslední době neustále roste a zvyšuje se tak konkurenční tlak uvnitř trhu. Zvýšení konkurence uvnitř trhu klade vysoké nároky na kvalitu produktů a akceleruje vývoj nových technologií. Zajímavou oblastí poskytování multimediálních služeb je i laserová, světelná a LED projekce, u kterých je v budoucnu nadále očekáván dynamický rozvoj. V práci je analyzován i model fungování agentury REA models, jako vzorové firmy působící v konkurenčním prostředí multimediálního bussinesu. V závěru práce jsou navrženy i inovativní řešení, které by umožnily rychlejší rozvoj odvětví nebo řešily nedostatky, které byly při zpracování práce objeveny. Takovým řešením je například navržení systému tzv. „bezpečných zón“, který by výrazně zvýšil bezpečnost laserové projekce a umožnil širší použití této technologie v praxi.

Klíčová slova: multimedia, multimediální trh, multimediální služby, multimediální show, světelná projekce, laserová projekce, LED technologie, DMX, ILDA, REA models

Annotation:

Significant expansion of multimedia applications in recent years, it also comes with a lucrative possibility of their use in commercial practice. The aim of my dissertation, entitled "Using Multimedia in commercial practice" is to provide an overview of these options with regard to the real market situation and common practice in the industry. Number of companies in that market in recent times continues to grow and increase the competitive pressures within the market. Increased competition within the market places high demands on product quality and accelerating development of new technologies. An interesting area of providing multimedia services is also laser, LED and lifting projection, which is expected to dynamic development, in the future. There are also analyzed the REA models agency, as model companies operating in a competitive media business. In conclusion, there are also proposed an innovative solution, that would allow faster development of the industry and address the shortcomings, that were discovered during the processing work. Solutions such as designing the system so-called "safe zones" that would greatly increase the safety of laser projection, and enable wider application of this technology in practice.

Keywords: multimedia, multimedia marketing, multimedia services, multimedia show, light projection, laser projection, LED technology, DMX, Ilda, REA models

Obsah:

1. Úvod	str. 10
2. Multimédia	str. 13
2.1. Význam multimediality pro předání informace	str. 13
2.2. Co jsou to multimédia	str. 15
2.3. Přesun multimédií do online prostředí	str. 17
2.4. Budoucnost multimédií	str. 17
3. Podnikání v oblasti poskytování multimediálních služeb	str. 19
3.1. Minulý stav na trhu s poskytováním multimediálních služeb	str. 19
3.2. Současný stav na trhu s poskytováním multimediálních služeb	str. 20
3.3. Reálné podnikání v oboru	str. 24
3.2.1. Produkční společnosti	str. 25
3.2.2. Podpůrné společnosti	str. 29
4. Multimediální laserová, světelná a LED projekce	str. 31
4.1. Klíčové technologie a prvky pro světelnou projekci	str. 32
4.1.1. Technologie na principu LED	str. 32
4.1.2. Laser	str. 36
4.1.2.1 Princip laseru	str. 36
4.1.2.2 Běžné použití laseru v praxi	str. 37
4.1.2.3 Bezpečnost používání laseru.....	str. 37
4.2. Digitální standardy řízení	str. 38
4.2.1. Protokol DMX	str. 38
4.2.2. Řízení laserové techniky.....	str. 42
4.2.3. Inteligentní osvětlení.....	str. 45
4.2.4. Budoucnost digitálního řízení.....	str. 47

4.3.	Využití moderní technologie v reklamě.....	str. 47
4.3.1.	Velkoplošná LED projekce	str. 48
4.3.2.	Technologie na laserovém principu.....	str. 49
4.4.	Budoucí trendy	str. 52
5.	Postavení a možnosti rozvoje firmy REA models	str. 54
5.1.	Historie a model fungování společnosti.....	str. 54
5.2.	Analýza aktivit a zařazení společnosti.....	str. 56
5.3.	Konkurenční prostředí	str. 57
5.4.	Vzorový scénář zajištění multimediálního show	str. 58
5.5.	Možnosti rozvoje společnosti	str. 61
6.	Návrhy možností rozvoje.....	str. 63
6.1.	Online multimediální obsah.....	str. 63
6.1.1.	Návrh řešení problému	str. 64
6.1.2.	Šance na realizaci	str. 64
6.2.	Nový digitální standard centrálního řízení show	str. 65
6.2.1.	Návrh řešení problému	str. 65
6.2.2.	Šance na realizaci	str. 66
6.3.	Pokročilé zabezpečení laserových systémů	str. 66
6.3.1.	Systém bezpečných zón	str. 68
6.3.2.	Šance na realizaci	str. 69
7.	Závěr	str. 70
8.	Seznam použité literatury	str. 72
9.	Seznam příloh	str. 74

Seznam zkratk a symbolů:

Dimmer	- stmívač (například světelného zdroje)
DMX512	- standardizovaný protokol pro digitální řízení profesionálního osvětlení
Gobos	- šablona s grafickým motivem zasazená do speciálních světelných efektů
LED	- Light Emitting Diode / světlo emitující dioda
LASER	- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation / zařízení, které využívá řízenou emisi záření k zesílení světla
Moving head	- otočná hlava, motorizovaný světelný efekt, který má pokročilé funkce
OLED	- Organic Light Emitting Diode / světlo emitující dioda s organickou látkou
RGB	- označení pro schopnost měnit aditivním míšením plynule barvy
TCP-IP	- protokol datového přenosu
ILDA	- internacional laser display association / mezinárodní organizace, která se zabývá vývojem laserové technologie

Seznam obrázků:

Obr. 1 – ilustrativní schéma zapojení DMX konektoru

Obr. 2 – formát datového přenosu DMX

Obr. 3 – formát datového přenosu DMX 2

Obr. 4 – formát datového přenosu DMX 3

Obr. 5 – ilustrativní schéma použití DMX

Obr. 6 – schéma clusterového zapojení LED zobrazovače. Zdroj LedWord promo DVD

Obr. 7 – ilustrativní fotografie možností technologie. Zdroj. Laserdesign promo DVD

Obr. 8 – ilustrativní fotografie možností technologie. Zdroj. Laserdesign promo DVD

Obr. 9 – ilustrativní fotografie možností technologie. Zdroj. Laserdesign promo DVD

Obr. 10 – schéma organizační struktury agentury REA models

1. Úvod

Díky výrazné expanzi výpočetní techniky, která dnes zasahuje prakticky již do všech oblastí působení člověka, se v široké míře prosazují i nové technologie v oblasti komunikace, předávání informací i reklamy. Jejich nejzajímavější a nejdynamičtější se rozvíjející formou, jsou technologie multimediální, které umožňují slučovat mnoho forem obsahu a zároveň cílovému uživateli nabízejí i možnost interaktivní práce s ním. Multimediální technologie tak útočí na smysly člověka mnohem širším způsobem, s cílem zatáhnout ho hlouběji do předávané zprávy. Výsledkem je hlubší prožitek prezentovaného obsahu, ale i přesnější interpretace informací, která jsou v multimediální zprávě obsaženy.¹ Pojem multimediality je ovšem natolik široký, že nelze omezit pouze na moderní technologie předávání zpráv a informací. Obecně lze tímto pojmem označit jakýkoliv projekt, ve kterém je sdruženo více různých složek (zejména audiovizuálních), jako jsou i světelné a laserové show nebo i zařízení umožňující podporu rozšířené reality.

Dynamika tohoto odvětví a výhodná praktická využitelnost multimediálních technologií tak přímo vybízí i k jejich komerčnímu využití a nabízí k tomu i řadu možností. Cílem mé diplomové práce s názvem „*Využití multimédií v komerční praxi*“ je proto poskytnout ucelený přehled těchto možností, s ohledem reálnou situaci na trhu a běžnou praxi v tomto odvětví. Při vypracování využívám i praktických zkušeností, které jsem získal během působení u společnosti REA models, která se poskytováním multimediálních služeb zabývá. U této společnosti jsem začal působit v rámci roční řízené praxe a tato spolupráce, díky mému zájmu o tento obor, nadále pokračovala i během dalšího studia. Praktické zkušenosti s reálným fungováním trhu, s poskytováním multimediálních služeb, jsem proto v maximální možné míře využil i při zpracování této diplomové práce, aby odrážela reálný aktuální stav v regionu. Při zpracování práce jsem kromě odborné literatury dále využíval i databázových zdrojů Technické univerzity v Liberci, které mi umožnily přístup k odborným článkům s aktuálními informacemi z oblasti. Využíváno bylo zejména databází ACM Digital Library a ProQuest 5000.

¹ FELDMAN, T. *Multimedia* 1. th. London: Chapman & Hall, 1994. s. 24 ISBN 1-857130-10-3.

Protože téma „využití multimédií v komerční praxi“ je neobyčejně široké a svým rozsahem by neumožňovalo komplexní zpracování v rámci jedné diplomové práce, rozhodl jsem se v práci komplexní problematiku pouze obecně nastínit a hlouběji se věnovat až oblasti multimediální světelné, laserové a LED projekce, se kterou mám i největší praktické zkušenosti. Diplomová práce je rozdělena do kapitol „Multimédia“, „Podnikání v oblasti poskytování multimediálních služeb“, „Multimediální laserová, světelná a LED projekce“, „Postavení a možnosti rozvoje firmy REA models v konkurenčním prostředí multimediálního bussinesu“ a „Návrhy možností rozvoje“. V kapitole „Multimédia“ je kromě teoretické definice pojmu multimediality i vysvětlení důležitosti samotných multimédií, naznačen vývoj multimédií a současné multimediální trendy. Prostor je zde věnován i oblíbeným softwarovým řešením pro práci s multimédií a naznačena prognostika, jak se budou multimédia pravděpodobně ubírat v budoucnosti. V kapitole „Podnikání v oblasti poskytování multimediálních služeb“ je rozebírán stav současného sektoru a faktory, které tento stav nejvíce ovlivňují. Společnosti působící na tomto trhu jsou rozděleny podle konkrétní povahy poskytovaných multimediálních služeb i s modelovými příklady činnosti. Kapitola „Multimediální laserová, světelná a LED projekce“ se věnuje již konkrétním oblastem, ve kterých je možné působit na poli poskytování multimediálních služeb. Kromě popisu samotné technologie, která se v této oblasti využívá a která nejvíce změnila její tvář a vývoj, je zde věnován prostor i pro popsání digitálních standardů řízení tohoto druhu techniky. Kapitole je věnován zvýšený prostor s ohledem, že tvoří nosnou část činnosti společnosti REA models a mám z této oblasti i nejvíce praktických zkušeností. Zároveň se domnívám, že se jedná o velice zajímavou oblast podnikání díky zcela ojedinělým používaným technologiím, které často nejsou široké veřejnosti známy. Snadné spojení této oblasti s reklamou z ní rovněž činí jednu z oblastí multimédií, kterým lze předpovědět rychlý růst a rozvoj již ve velmi krátkém období. V další kapitole s názvem „Postavení a možnosti rozvoje firmy REA models v konkurenčním prostředí multimediálního bussinesu“ se věnuji profilu společnosti REA models, její historii a působnosti na vysoce konkurenčním trhu. Společnost je z pohledu působnosti zařazena i do definic, vyvinutých v kapitole 3. Prostor je zde věnován i modelovému příkladu činnosti a zamyšlení nad budoucností a kroky, které by měla společnost v budoucnosti vykonat, pokud chce nadále působit na vysoce konkurenčním trhu.

Během zpracování diplomové práce, jsem při analýze a rozboru teoretických údajů s ohledem na praxi, narazil na oblasti, v nichž shledávám určité nedokonalosti, které jsou pro budoucí rozvoj multimédií a funkčního podnikání v této oblasti nevyhovující. Jedná se zejména o nejasnou budoucnost standardizovaného formátu, pro multimediální obsah v online internetovém prostředí nebo neexistenci jednotného standardu pro komunikaci světelných, laserových a vizualizačních systémů. Teoretickým řešením těchto situací se věnuji v kapitole „Návrhy možností rozvoje“, ve které jsem se pokusil nastínit možnosti konkrétního řešení. V závěru kapitoly je navrhnout i systém, který by výrazně zvýšil bezpečnost užití laserové projekce na veřejných prostranstvích. Přitom právě v nedostatečném zabezpečení současných laserových projektorů vidím hlavní důvod, jejich nižšímu praktickému rozšíření, navzdory jejich komerční zajímavosti.

2. Multimédia

Již v úvodu práce jsem nastínil, že multimédia jsou velmi rychle rostoucí dynamickou oblastí, která nabízí bohaté možnosti komerčního uplatnění. Jaká je ale definice multimediality a co je vlastně hnacím motorem jejich úspěchu a rychlého rozšíření? Je jím masivní rozšíření výpočetní techniky nebo se naopak výpočetní technika masivně rozšířila právě díky vzestupu multimédií? Na tyto 13 otázky se pokusím odpovědět v následující kapitole, která mapuje vývoj multimédií a trendy v oblasti. V závěru kapitoly se pokusím nastínit, jakou lze předpokládat budoucnost v oblasti a jak se budou pravděpodobně vyvíjet současné trendy. Úvod kapitoly patří zamyšlení, proč jsou multimédia natolik úspěšná a díky čemu došlo jejich rapidnímu rozšíření.

2.1. Význam multimediality pro předání informace

Od počátku věků se člověk snaží zaznamenávat zprávy, aby byly možné někdy v budoucnu být interpretovány jiným člověkem. K interpretaci těchto zpráv využíváme našich smyslů v kombinaci s našimi zkušenostmi. Primárním smyslem, který je pro člověka nejdůležitějším, je zrak. Udává se, že tímto smyslem zdravý člověk přijímá až 80% okolních podmětů, které nadále interpretuje. Je to tedy i logický smysl, na která jsou všechna komunikační média zaměřena nejvíce a který patří mezi první a nejdůležitější způsoby zanechávání zpráv. *Pravěcí lovci znázorňovali na stěny svých jeskyní zvířata, která lovily. Zachycují je například nástěnné malby z jeskyně v Lascaux, které pocházejí z doby kolem roku 15000 př.n.l.*²

Dnes přesně nevíme, co bylo důvodem k těmto malbám, ale můžeme předpokládat, že to mohla být i snaha vyprávět svým potomkům a příštím generacím, něco o svém způsobu života. I po několika milionech let tak můžeme nahlédnout do jejich života při pohledu na tyto malby a dozvědět se něco o jejich trávení času. Záznamová technologie těchto lidí ovšem spočívala pouze v podobě několika uhlíků na kreslení a byla tedy příliš

² POPELKA, M. a VÁLKOVÁ, V. *Pravěk a starověk*. Praha: SPN, 2004. s.22 ISBN 80-7235-145-1.

nížká na vytvoření multimediální formy sdělení a musela se ze všech lidských smyslů omezit pouze na zrak a obrazovou složku. Proto i přesnost s jakou můžeme tuto informaci dnes interpretovat je velice nízká. Vidíme jen siluetu zvířete ve statické formě a nemáme tedy představu, jak se zvíře pohybovalo. Ze záznamu nemáme možnost ani zjistit, jak se zvíře projevovalo zvukově. Nejistíme ani jaký mělo pach, jaká byla jeho srst na dotek. Chybí zde i jakákoliv možnost následné interakce, která je pro multimédia typická. Dnešní archeologové by jistě přivítali možnost interakce s malbou, ale nic takového není bohužel technologicky možné.

Z předcházejícího jednoduchého popisu je zřejmé, že pro předávání zprávy je tedy výhodnější zvolení formy, se kterou je možné zprávu předat co největšímu množství smyslů a s co největší možnou interakcí. Hlavním důvodem, proč toho nebylo v minulosti využíváno, byly zejména technologické bariéry, které však dnes již z velké části pominuly. Již desítky let není technologicky problém distribuovat na velké vzdálenosti informace v jakékoliv podobě, včetně kvalitního videa i se zvukovou složkou. Do nedávné doby však chyběly technologie k adekvátní prezentaci tohoto obsahu a možnosti interakce, pro koncového uživatele³.

Situace se mění až počátkem 90tých let, díky masivnímu rozšíření výkonné výpočetní techniky. Do médií začíná pronikat zmíněná interakce, která dává příjemci možnost aktivně se sdělením pracovat a případně i volit jeho formu nebo vybírat rozšiřující informace, dle vlastního uvážení⁴. Objevují se multimediální CD-ROM disky, které v sobě obsahují mnoho typu různého obsahu, a uživatel si sám může zvolit, o jaký má v jakou chvíli zájem. Objevuje se internet, díky kterému můžeme multimediální obsah přijímat v reálném čase z pohodlí domova. Multimédia se stávají trendem, který v komerční praxi rychle pohlcuje většinu reklamního trhu a stává se nedílnou součástí všech segmentů konkurenčního bussinesu.

³ WIJNANTS, M., Proceedings of the 2nd international workshop on Advanced architectures and algorithms for internet delivery and applications. *ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 198*. 2006, č.7 ISBN:1-59593-505-3

⁴ VAUGHAN, T. *Multimedia: Making It Work* 1.th. New York : McGraw-Hill, 2004. s. 22 ISBN 978-0-07-128682-4

2.2. Co jsou to multimédia

Jak je tedy definovaná samotná multimedialita? Existuje větší množství přístupů, jak samotnou multimedialitu definovat a proto každý odborník používá rozdílnou definici. Je to dáno i variující konotací slova médium, které někteří odborníci považují za označení formy přenosu informace (například obrazová složka) a někteří jako určitý „kontejner“, který může složek obsahovat i více. Obecně se však za multimediální považuje takový obsah, který v sobě kombinuje více různých audiovizuálních složek. *Média se obecně dělí na média primární (přirozený jazyk, nonverbální komunikace), sekundární (technické prostředky umožňující překonávat časové a prostorové bariéry a usnadňující tak interpersonální komunikaci – telegraf, telefon), terciární (tzv. masová média, která umožňují oslovovat velké skupiny příjemců z centra – tisk, rozhlas, televize), a kvartární (tzv. digitální čili síťová média, která kombinují možností předcházejících tří typů).*⁵ Jako multimediální proto můžeme označit zejména některá kvartální média, která v sobě sdružují složky médií ostatních. Modelovým příkladem může být například propagační CD-ROM nebo DVD společnosti, na kterém je interaktivně sloučeno například video představení společnosti, popis používané technologie, katalog zboží apod. Multimediální je rovněž většina moderních internetových stránek, na kterých je kromě informací k dispozici i stream videa a další služby. Jiný přístup k definici rozděluje multimédia na lineární a nelineární, rozdílem je interakce uživatele, která není v případě lineárního média možná. *Lineární multimédia neumožňují interakci uživatele služby, nelineární ji nevyžadují, ale možnosti multimédia výrazně jejím využitím rozšiřují.*⁶ Lineárním multimédiem je například film, který si může uživatel spustit a prohlédnout. Pokud budeme i na lineární média nahlížet, jako na multimediální, musíme připustit, že pro definici multimediality postačuje sdružení více informačních složek do jednoho díla (například obraz a zvuk) a není nutné zachovat kvartalitu média. Nelineární multimédium umožňuje uživateli možnost interakce, kvartalitní podmínka zde však rovněž není zachována.

⁵ VOLEK, J. a REIFOVÁ, I. *Slovník mediální komunikace*. 1. vyd. Praha : Portál, 2004. 7 s. ISBN 80-7178-926-7.

⁶ FELDMAN, T. *Multimedia*. 1 th. London: Chapman & Hall, 1994. 7 pgs. ISBN 1-857130-10-3.

Samotný termín „multimediální“ byl ale poprvé použit v kontextu, který je zaměřením této práce bližší. Termín zavedl v roce 1966 umělec a producent Bob Goldstein, který s ním propagoval svou velkolepou světelnou show „LightWorks at L'Oursin“, která proběhla v Southhamptonu na Long Island. Termín se stal velice populárním a tentýž rok ho využil ke své show i Richard Albarino a o dva roky politický poradce David Sawyer. V následujících čtyřiceti letech bylo termínu využíváno v různých kontextech, nejčastěji však vyjadřoval vícenásobnou video projekci, která byla doplněna hudbou. Význam, v jehož kontextu toto slovo používáme dnes a který je bližší úvodní definici byl zaveden až v devadesátých letech s rozvojem výpočetní techniky a jejího významného rozšíření mezi lidmi. V novém kontextu bylo slovo použito v první soudobé multimediální publikaci „Multimedia: Making it Work“, kde autor knihy multimédia definuje jako: *Multimédia jsou jakékoliv kombinace textu, grafiky, zvuku, animace a videa, které používáme skrze počítač. Pokud je uživateli – divákovi projektu – umožněno projekt ovládat, jedná se o interaktivní multimédia. Pokud je navíc umožněno procházet skrze strukturu vzájemně prolinkovaných elementů, skrze které se může uživatel volně pohybovat, interaktivní multimédia se stávají hypermédii.*⁷

Pro účely této práce ovšem budeme na multimédia pohlížet v širší významové definici a za multimediální budeme považovat takový prvek, který v sobě sdružuje větší množství různých obsahů, které až dohromady utvářejí celek. V dalších kapitolách se věnuji zejména multimediálním show, které tvoří zvláštní a samostatnou kategorii multimédií. Zvláštností je zejména způsob interakce, která lze zde najít. Multimediální show v sobě sdružuje mnoho nezávislých kanálů, jako je videoprojekce, vizualizace, hudba, choreografie aktérů show, DMX osvětlení, laserová projekce a další speciální efekty, řízené v rámci centrálního řízení DMX⁸. Zvláštností je zejména přístup k interakci. Multimediální show totiž obsahují interakci vertikální (reakce na diváka) ale i horizontální (například vizualizace reagují v reálném čase na hudbu, hudba reaguje na performery, osvětlení reaguje na vizualizace, performeři reagují na videoprojekci, laser reaguje na

⁷ VAUGHAN, T. Multimedia: Making It Work 1.th. New York : McGraw-Hill, 2004. 18 pgs. ISBN 978-0-07-128682-4

⁸ RICKWOOD, L. Multimedial light show and standards. *EventDV*. 2009, roč. 22, č.3, s. 2, ISSN: 15542009

performery...). Jedná se proto o zvláštní kategorii, kterou nelze paušálně shrnout v existující definici a svým způsobem se jedná i o užití slova v původním významu, tak jak bylo v 60tých letech minulého století zavedeno.

2.3. Přesun multimédií do online prostředí

Mezi současné trendy nepochybně patří zejména přesun multimediálního obsahu do online prostředí. Díky vysokým přenosovým rychlostem, již není problém streamovat video i v HD kvalitě a možnost puštění multimediálního obsahu se stává nepsaným standardem u internetových prezentací každé větší společnosti nebo zpravodajského serveru. Dle aktuálních statistik prudce roste počet uživatelů, kteří připojení k internetu využívají zejména k přístupu k multimediálnímu obsahu⁹. Takovým využitím je například zmíněné puštění videa nebo hudby. Média se tedy pomalu přesouvají z lokálních úložišť na disková pole serverů. Najdeme zde tedy výrazné prvky cloud computingu¹⁰.

2.4. Budoucnost multimédií

Dle současného trendu lze odhadnout, že budoucnost multimédií zatím jednoznačně směřuje k hlubšímu využití online a cloud computing. Vzhledem k neustále narůstajícím rychlostem reálného připojení k internetu je pravděpodobné, že právě internet a online dostupná multimédia budou hlavním a klíčovým zdrojem informací, pro běžného člověka. Z komerčního hlediska to znamená i postupný přesun aktivit společnosti do online prostředí. Tento trend ovšem můžeme sledovat už nyní, kdy mnoho společností soustředí svou snahu k sociálním sítím a web 2.0 založeným službám. V budoucnu lze očekávat

⁹ Multimediální trendy na internetu sílí. Tisková zpráva [online]. Praha: Sdružení pro internetovou reklamu v ČR, z.s.p.o., 2009 [cit. 2010-02-04]. Dostupný z WWW: http://www.spir.cz/index.php?Itemid=1&task=view&option=com_content&id=187

¹⁰ WIJNANTS, M.; VLEESCHAUWER, G., Web based multimedia services. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*. 2006, č. 7, ISSN:1551-6857

výrazné posílení tohoto trendu a společnosti, které začínají své portfolio služeb budovat v této oblasti již nyní, budou mít nezanedbatelnou konkurenční výhodu.

Z komerčního pohledu budou zajímavé i technologie rozšířené reality, se kterými se budeme moci setkat již v nedaleké budoucnosti a v určitých jednoduchých formách, jsou dostupné dokonce již dnes. Princip bude takový, že skrze speciální zařízení budeme moci nahlížet na svět, tak jak ho známe, zařízení nám ovšem k obrazu připojí další rozšířené informace. Tyto služby je možné částečně využít už dnes, skrze vybrané mobilní telefony. Skrze fotoaparát telefon zobrazí na display obraz, díky GPS a vestavěnému kompasu telefon může přesně lokalizovat polohu a do obrazu vyrenderovat další prvky. Telefon je tak možné využít například jako navigaci, která uživateli přesně ukáže, kam má směřovat nebo pro zobrazování dalších zajímavých informací. V budoucnu lze očekávat, že budou existovat dokonalejší zařízení, například na principu TOLED, které ve formě brýlí nasadíme na obličej a naprosto změníme tvář světa, na který se díváme¹¹. Klíčové bude využití této technologie bude hlavně v oblasti reklamy, protože nám umožní vidět obrovské reklamní plochy i na místech, kam by se za jiných okolností nedostaly nebo například vidět sortiment skrze zdi obchodů a podobně.

¹¹ DOWNIE, M. Field—a new environment for making digital art. *Computers in Entertainment*. 2008, roč. 28, č. 4. ISSN:1544-3574

3. Podnikání v oblasti poskytování multimediálních služeb

Cílem následující kapitoly je podat ucelený přehled, jaký může být teoretický model vzorové společnosti, která působí na trhu v oblasti poskytování multimediálních služeb a jakým vývojem tento trh prošel, zejména s ohledem na konkurenční tlak v oblasti. Obecně lze říci, že poskytování multimediálních služeb, patří převážně do kreativní kategorie činností. Veškeré činnosti jsou navíc velmi těsně spjaty s moderními technologiemi, které neustále procházejí intenzivním vývojem. Proto můžeme být na tomto trhu svědky poměrně častých zvratů, kdy se z relativně neúspěšné společnosti stane společnost úspěšná a naopak. Úspěch společnosti často závisí na jediném dobrém a originálním produktu a snaha o všeobecnou invenci je hnacím motorem úspěšné společnosti na tomto trhu. Snaha odlišit se a nabídnout klientům nový produkt je zvláště citelná zejména v posledním období, kdy se trh začíná plnit větším množstvím firem a začíná mezi nimi probíhat tvrdý konkurenční boj¹². Potřeby zákazníků jsou ovšem z větší části již plně saturovány a výsledkem konkurenčního boje jsou proto kvalitnější služby a rychlejší celková akcelerace odvětví, která směřuje k neustálému vývoji a zdokonalování existujících multimediálních produktů. Přitom v ještě poměrně nedávné době trh ještě zdaleka nasycen nebyl a v některých oblastech prakticky konkurence ani neexistovala.

3.1. Minulý stav na trhu s poskytováním multimediálních služeb

Nástup výpočetní techniky, rychlý rozvoj technologií a zejména široká dostupnost této technologie, způsobily v uplynulých letech zvýšený zájem o multimediální produkty. Poskytování multimediálních služeb se tedy stalo lukrativní příležitostí k podnikání. Jak bylo popsáno v předcházející kapitole, definice multimédií je velmi široká a spadá pod ní potenciálně tisíce různých a často i velmi různorodých produktů. Úvodní část této kapitoly se proto bude podnikání na trhu s multimediálními službami věnovat obecně, konkrétním aspektům určitého podnikání, ve vybrané oblasti, se věnuje zejména kapitola 4 a 5.

¹² RAKKOLAINEN, I.; ERDEM, T., International Multimedia Conference. *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia*. 2006, s. 185 – 188. ISBN:1-59593-447-2

Budeme tedy předpokládat typický standardní multimediální produkt, jakým je například online aplikace, online reklama a prezentace, aplikace pro mobilní zařízení, prezentační interaktivní materiál, výuková pomůcka nebo obdobný produkt.

Oproti jiným trhům měly společnosti v této oblasti velkou výhodu, protože na trzích byl jednoznačný převis poptávky nad nabídkou a některé multimediální produkty byly natolik unikátní, že je poskytovala velmi malá (nebo dokonce žádná) skupina tuzemských firem. Tento stav trhu byl dán zejména tím, že vstupní investice pro některé multimediální aplikace byly velmi vysoké a vysoké byly rovněž i nároky na jejich obsluhu. Přitom odborníků, kteří disponovali zkušenostmi a znalostmi, bylo velice málo. Rozvoj multimediální oblasti byl natolik rychlý, že vzdělávací sektor nemohl odborníky vychovávat a často odcházeli absolventi ze škol s informacemi, které byly již velmi neaktuální už v době započnutí studia.

Tato situace přispěla k velké atraktivitě oboru a umožnila stávajícím firmám realizovat ekonomický zisk, který je podstatou každého podnikání. Nízká saturace trhu a nízké znalosti samotných klientů umožnily, v některých případech, prodávat i nekvalitní produkty, za neadekvátní ceny. Tak tomu je však u každého nového oboru a dnes je situace na trhu již rozdílná a funguje zde konkurenční boj.

3.2. Současný stav a faktory, které ovlivnily vstup konkurence

Jak jsem naznačil již v závěru minulé podkapitoly, v posledních letech se situace na trhu dramaticky mění a trh se dostává do rovnováhy. Firem, které v tomto sektoru působí, každý den přibývá a výrazně se zlepšuje i kvalita nabízených služeb. Důvodem je primárně komerční úspěch existujících firem v odvětví, ale i řada sekundárních faktorů, které na něj navazují. Hlavní důvody shledávám zejména v následujících oblastech:

a) Přesměrování technologického vývoje

Od roku 2004 můžeme sledovat, že výkonnostní vývoj nových technologií značně zpomalil. Pokud srovnáme průměrné statistiky prodeje mikroprocesorů za rok 2009 a roku 2004, zjistíme, že kromě výkonných procesorů se dnes v hojné míře prodávají zejména pomalejší procesory, které jsou levnější a mají nižší spotřebu energie. Typickým příkladem

je procesor Intel Atom patřící do rodiny X86. Tento procesor nevyniká o mnoho větším výkonem než špičkové procesory z roku 2004 a přitom ho společnost Intel v roce 2009 prodala několikanásobně více, než svého top modelu Intel i7. Systémy s tímto procesorem přitom nejsou doménou pouze přenosných zařízení, kde má nízký výkon procesoru opodstatnění, v podobě úspory energie. Stále častěji se ale podobné systémy objevují i v klasických desktopech, kde podobný důvod neexistuje. Systémy totiž již dospěly do fáze, kdy vývojáři nebyly schopni efektivně přidaný výkon využít a docházelo pouze k plýtvání systémovými prostředky. Vzpomeňme například na vícejádrové mikroprocesorové systémy nebo 64bit architekturu. Technologie existuje na trhu již několik let, ale teprve v roce 2009 se začínají masově objevovat SW řešení, které jí dokáží efektivně využít. Vývojáři HW se proto v posledních letech začali, více než na výkon, soustředit na využití existujících technologií do nových zařízení, o které je komerčně větší zájem. Proto vznikají zcela nové platformy, jako jsou opravdu výkonné multimediální telefony, víceúčelové tablety nebo ultra přenosné PC s dlouhou výdrží baterie. Tyto systémy však díky použité technologii nabízí pokročilou komptabilitu se stávajícími zařízeními. Pro vývojáře SW je proto snadnější portování aplikací napříč jednotlivými platformami. Pro uživatele to znamená velký rozmach použitelnosti multimediálních technologií (stejná multimediální www jim bez problému funguje na PC, mobilním telefonu, přenosném počítači i tabletu) což způsobuje výrazné rozšíření funkčního trhu.

Zpomalení nahrazování starší technologie novější znamená prodlouženou komptabilitu a delší životnost HW řešení. Všechny tyto změny jsou pro uživatele i firmou pozitivní, což znamená, že zvětšující velikost trhu motivuje další nové firmy ke vstupu. Výsledek jsou kvalitnější a dostupnější produkty za cenu zvýšené konkurence a tlaku na trhu.

b) Snížení nákladů na vstup na trh

Zpomalení technologického vývoje a výrazné rozšíření trhu, není jediným důvodem, ke snižování vstupních nákladů pro firmy, které mají zájem zde působit. Během posledních let došlo k výraznému technickému zlepšení mnoha asijských výrobců, kteří jsou nyní schopni vyrábět srovnatelné produkty, jako renomovaní výrobci s delší tradicí. Tento posun je hodně vidět například na trhu s lasery a speciálními světelnými efekty. Firma, která chtěla působit v oboru laserové projekce počátkem 90tých let, se musela připravit na investice

v řádek desítek až stovek milionů korun. O deset let později došlo k snížení této vstupní investice cca na 1/6 (tedy snižování vstupních nákladů tempem cca 20% ročně)¹³. Během roku 2005 ovšem vstupují na trh s laserovou projekcí asijsí výrobci a propad ceny těchto systémů se začal pohybovat v řádově stovkách % ročně. Dnes již běžný systém pro laserovou projekci lze pořídit v řádových cenách desítek tisíc korun, což motivovalo řadu firem ke vstupu na tento netradiční trh. Obdobná situace nastala i na trhu s profesionální osvětlovací DMX řízenou technikou, LED projekcí a mnoha dalších.

Výrazná je rovněž úspora za nákup softwarových licencí. Na snížení ceny SW se podílí hlavně výrazné rozšíření trhu, změna přístupu řady firem k nákupu licencí a vyšší dostupnost odborníků a programátorů. Ke zvýšení dostupnosti programátorů nemalým dílem přispěl i Indický trh, kde řada velkých SW společností najímá levné pracovní síly.

c) Standardizace SW řešení

Standardizací SW řešení myslím zejména to, že během posledních 10-15 let došlo k výraznému vytrídění různých SW řešení a na trhu zůstalo v každé oblasti jen několik produktů, které se používají profesionálně. Ideálním příkladem jsou například řešení společnosti Adobe, která byla zmíněna ve 2 kapitole. Například v oblasti rastrové grafiky se stal nepsaným standardem Adobe Photoshop, jehož detailní znalost spojuje většinu špičkových grafiků světa. Díky tomu, že jednotlivé verze PS jsou si ovládáním velmi podobné, existuje velké množství odborníků, kteří jsou s ním schopni pracovat. Firma rovněž takového odborníka snáze získá jako pracovníka. Rozšířenost těchto řešení navíc znamená i větší rozšíření do výuky škol a ještě větší počet odborníků, kteří program umí náležitě ovládat. Samozřejmě i dnes existují kvalitní alternativy k tomu SW nástroji (Corel, Zoner) a některé jsou pro uživatele i zdarma (Gimp), jejich rozšířenost mezi profesionály je však velice malá. Obdobným ovládly trh i některé další nástroje společnosti Adobe. Macromedia Flash se stal celosvětovým standardem v oblasti zpřístupnění multimédií skrze www nebo Illustrator pro vektorovou grafiku.

¹³ RICKWOOD, L. Multimedial light show and standards. *EventDV*. 2009, roč. 22, č.3, s. 2, ISSN: 15542009

V ostatních oblastech většinou trhu nepřispívá, pokud mu dominuje nějaký výrobek. V této oblasti je to však pro nově vstupující společnosti velkou výhodou.

d) Průmyslové standardy

Obdobným způsobem multimediálnímu rozvoji přispěla i řada průmyslových a podpůrných standardů, které ještě před určitou dobou nebyly definovány. Nejedná se jen o rozmanité formáty video a audio kompresí, ale zejména o všeobecné standardy, které byly přijaty ve www. Koncem devadesátých let například nebylo zřejmé, jaká technologie se stane vůdčí v poskytování multimediálního obsahu na internetu. O toto místo se ucházela společnost Apple se svým QuickTime, Sun s Java aplety, Adobe Flash a mnoho dalších technologií¹⁴. Vytvářet port multimediálního obsahu pro více různých technologií je z pohledu společnosti komerčně velice nezajímavé a pokrytí jen jedné platformy zase snižuje uplatnění multimédia. Vůdčí technologie sice spolu neustále soutěží (například Flash vs HTML5), ale i tak došlo k výrazné stabilizaci v této oblasti. Více se této zajímavé problematice budu věnovat v 6. kapitole, kde se pokusím navrhnout řešení, které by mohlo přinést do oblasti dlouhodobou stabilitu.

Obdobným vývojem prošly i komunikační standardy v oblasti osvětlením. DMX se stalo oficiálně jediným všeobecně uznávaným standardem a společnost může tak řídit všechny své světelné efekty (a často i spoustu dalších zařízení) pouze pomocí tohoto rozhraní. Podobné by se dalo napsat i o rozhraní ILDA používaném pro laserovou projekci, zde však již není situace tak jednoznačná. Více je problematice digitálního řízení pokročilých světelných efektů věnováno v 4. a 6. Kapitole práce.

e) Recese v průmyslových oborech

Recese v průmyslových oborech a výrobě, způsobená ze značné části nástupem asijské konkurence, znamenala rovněž vstup nových firem do tohoto mladého oboru. Mnoho talentovaných manažerů, kteří úspěšně vedli firmy jiného zaměření se rozhodly vstoupit do

¹⁴ GILL, P.; ARLITT, M. Youtube traffic characterization: a view from the edge. *Internet Measurement Conference Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement*. 2007, s. 15 – 28. ISBN: 978-1-59593-908

tohoto oboru. Týká se to zejména vývoje multimediálních SW pro mobilní zařízení, která se stala hitem posledních 3 let. Právě tato oblast patří mezi nejrychleji rostoucí segmenty trhu. Klíčovým je ve vývoji této oblasti zejména vznik Appstore Apple a příchod iPhone a dalších obdobných zařízení, od jiných výrobců.

Z uplynulého shrnutí je jasné, že poskytování multimediálních služeb je oblastí, která prošla za relativně krátké období bouřlivým vývojem. Mnoho společností bylo donuceno se z tohoto trhu stáhnout a mnoho společností na něj naopak vstoupilo. Celkově tento stav vede k zvýšení kvality služeb pro koncové zákazníky a dynamický rozvoj oblasti.

Důležitým (možná i klíčovým) prvkem podnikání v poskytování služeb tohoto druhu je kreativita, protože multimedia ke kreativnímu využití nabízí vhodné prostředky. Právě nutnost kreativity a komplexnost trhu, jsou určitým garantem, že vstup do této oblasti podnikání nebude novým firmám nikdy omezen.

3.3. Reálné možnosti podnikání v oboru

Protože obor multimédií je obsáhlý a zahrnuje velmi širokou škálu různých produktů, rád bych uvedl určitý přehled, jak je možné firmy v oboru rozdělit, dle oblasti působení, tak jak je definuje odborná literatura.

Obecně lze firmy působící v sektoru rozdělit na¹⁵:

- 1) **Produkční** – produkční společnosti vyvíjí konkrétní multimediální produkt pro cílového zákazníka. Konkrétním produktem může být cokoliv, co nese znaky finálního díla.
- 2) **Podpůrné** - podpůrné společnosti nevyvíjí konkrétní multimediální produkty, ale poskytují technický servis k určitým multimédiím nezbytný. Typickou aktivitou je

¹⁵ RAKKOLAINEN, I.; ERDEM. T., International Multimedia Conference. *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia*. 2006, s. 185 – 188. ISBN:1-59593-447-2

například zajištění streamu a „cloud computingu“ nebo správa platform nutných pro produkční záležitosti (dávkový offline render apod.).

3.2.1. Produkční společnosti

Produkční společnosti se zabývají vývojem konkrétního multimediálního produktu pro cílového zákazníka. Dle povahy produktu můžeme produkční společnosti dále rozdělit na reklamní produkci, informační produkce, kulturní produkci a aplikační vývoj.

a) reklamní produkce

Reklamní produkce je nejběžnější formou využití multimédií v komerční praxi. Využívá jednoduchých mechanismů, které má člověk zakódovány v mozku pro zviditelnění nějakého třetího subjektu nebo konkrétního výrobku. Vhodným cílem reklamní produkce jsou ty vlastnosti mozku, které člověka nutí k ostražitosti. Člověk může mít před sebou mnohametrovou scénérii, ale soustředí se na 1mm bod, který se na ní pohybuje. Je to dáno hluboce zakořeněnými reflexy, které nutí člověka k ostražitosti a pomáhaly mu přežít v době, kdy byl lovec a ještě neměl k dispozici dnešní technologii. Tyto lidské vlastnosti jsou tedy ideální k využití při propagaci výrobku nebo snaze o zviditelnění jiné společnosti. Do reklamní produkce spadají například multimediální bannery na internetových stránkách, které k upoutání využívají různé pohyblivé motivy, video a zvuky.

Reklamní multimédia ovšem nenajdeme pouze v online prostředí, ale začínají postupně pronikat i do dalších oblastí. Již dnes existují reklamní sítě složené z plazmových a LED zobrazovačů, které postupně nahrazují billboardy a stávající papírovou formu reklamních sdělení. V asijských zemích podobné reklamní systémy nabízejí i interakci s uživatelem, který se může dotykem pohybovat jejich hypermediálním obsahem. V nedaleké budoucnosti lze očekávat, že nás podobné systémy budou i samy oslovovat, když kamerové systémy poznají naši tvář. Dle věku a oblečení nám budou nabízet konkrétní produkty, které by pro nás mohly být potenciálně zajímavé a možná se dočkáme i velmi pokročilé interakce, kdy s námi bude systém komunikovat na sématické úrovni.

Obecně lze říci, že tyto multimediální systémy mají potenciál v budoucnu nahradit všechny ostatní formy reklamy a lze jim předpovědět zářivou budoucnost.

Současným reklamním multimediálním sítím na nejen LED panelech se věnuje z velké části následující kapitola i kapitola 6.

b) informační produkce

Oblast informační produkce je nejbližší k vyvíjení produktu, který splňuje kritéria běžné definice multimediálnosti, dle T. Vaughana. Výsledkem je konečný produkt, který využívá současných technologických možností a uživateli nabízí několik forem obsahu i s možností interakce. Často bývá spojen i s reklamní produkcí a online prostředím. Typickým takovýmto produktem je například multimediální internetová stránka společnosti, která návštěvníkovi nabízí možnost přečíst textové informace o společnosti, foto katalog jejich výrobků a video jak samotná výroba probíhá. Jiným příkladem může být interaktivní učební pomůcka, která využívá výhod multimediality, aby bylo učení žáka efektivnější. Encyklopedia (online nebo offline třeba na DVD) a mnoho dalších.

Tento druh multimediálního obsahu se stává čím dále rozšířenější hlavně v online prostředí. Důvodem tohoto rozmachu je výrazné zvýšení přenosových rychlostí (od devadesátých let až v rámci milionů %) a existence všeobecných standardů, jak takový obsah vytvářet (multiplatformní Macromedia Flash a další řešení). Pro konzumenta obsahu je výhodou, že zaměstnává více jeho smyslů a proto je oblíbenější než ostatní způsoby. Do budoucna lze očekávat výrazný růst tohoto typu multimédia zejména v internetovém prostředí a nahrazení všech stávajících forem ostatních prezentací.

c) kulturní produkce

Kulturní produkce je nejbližší původnímu významu multimediality, který z počátku označoval využití pokročilých světelných efektů, videa a hudby, v nejrůznějších show. V této práci má právě kulturní produkce stěžejní význam, protože se jedná nosnou činnost agentury REA models, u které jsem působil v rámci roční řízené praxe a působím do dnes. Konkrétním řešením, které se využívají při této produkci se proto věnuje následující kapitola a částečně i kapitola 5.

Obecně kulturní produkce využívá pokročilých technologií, aby přinesla multimediální prvky k zábavním a reklamním show. Této technologii je využíváno k ztraktivnější show, které se stává pro diváky zajímavější. Zajímavější show pak lépe splní svou primární úlohu, kterou může být prezentace nějakého výrobku nebo jen samotné zabavení diváka. U multimediálních show dochází ke spojení děje samotné show s dalšími kanály jako je videoprojekce, vizualizace, hudba, choreografie aktérů show, DMX osvětlení, laserová projekce a další speciální efekty, řízené v rámci centrálního řízení DMX. Zajímavostí je pak samotný přístup k interakci, který obsahuje vertikální i horizontální prvky. Vertikálním prvkem je interakce show s divákem, který v určitý moment dostane příležitost do ní zasáhnout. Takováto interakce není podmínkou show, ale bývá jí často využito k hlubšímu vtažení diváka do děje. Interakce může proběhnout přímou formou (přímé zapojení do show) nebo i formou nepřímou. Častější využití v tomto případě je forma nepřímá, kdy jsou diváci monitorováni a na základě jejich reakcí na show dochází k upravování samotné show. Například tím, že DJ pouští jiný styl hudby, dochází k úpravě hlasitosti, laserového programu, světelného programu atd. Zajímavější je však vnitřní vertikální interakce mezi jednotlivými médii show. Performeři show reagují na hudbu, která jim hraje. Na hudbu reagují i v reálném čase renderované počítačové vizualizace, světelná show reaguje na vizualizace. Další interakce jsou možné mezi velkoplošnou video projekcí a laserovou 3D projekcí. Z multimediálního show se tak pro diváka může stát zážitek, který pohltí všechny jeho smysly a stane se pro něj mnohem zajímavější.

Typickým využitím této formy produkce jsou zábavná show, koncerty, módní přehlídky, TV produkce, reklamní a promo akce atd. Dlouhodobá perspektivnost tohoto nelze jednoduše zhodnotit jako u ostatních případů. Multimediální show jsou specifickou oblastí, která má na trhu jen velmi malé místo a i konkurence je zde omezená. Určitě lze říci, že multimediální show budou pokračovat i v budoucnosti, ale nelze jim předpovědět nějaké výrazné rozšíření, jako je tomu u jiných oblastí multimédií.

aplikační vývoj

Neméně zajímavou formou využití multimédií je také aplikační vývoj, který multimédia využívá k zábavnému SW řešení. Může se jednat o jednoduché formy her, které si uživatel zahraje na přenosném zařízení nebo i složité aplikace s prvky virtuální reality. V současné

době jsou i velice populární aplikace s prvky rozšířené reality, které se staly novinkou poslední doby.

Do této skupiny produkčních společností se řadí například vývojáři her pro herní konzole a počítače. Velmi úspěšnou novinkou jsou zejména malé aplikace, které slouží k použití pro mobilní přístroje. Platforma iPhone společnosti Apple způsobila revoluci v obchodování s tímto druhem obsahu a stala se nejdynamičtěji rostoucím multimediálním obsahem vůbec. Úspěšní vývojáři, kteří vsadili na tuto technologickou platformu, se dočkali ve velmi krátké době vysokého zisku. Appstore Apple každý den prodá více než 100.000 různých titulů a stává se tak nejziskovějším projektem svého druhu, který nemá žádnou konkurenci. Sázka na nový přístup k technologiím společnost Apple za krátkou dobu vyvedla z dlouhodobé recesi a učinila z ní jednu z nejúspěšnějších firem současnosti. Z hlediska multimédií je i velice zajímavá forma tvorby online aplikací, zvláště pak aplikací, které navazují na populární sociální sítě (facebook). Tyto aplikace se těší obrovské oblibě a generují svým vývojářům astronomické zisky. Hlavní výhodou tohoto typu aplikací je to, že po vývoji mohou v podstatě bez jakéhokoliv zásahu dlouhodobě generovat zisk a vývojář se může soustředit na další projekty.

Aplikační produkce je velmi lukrativní oblastí podnikání, u které nelze pochybovat, že má před sebou dlouhodobou a úspěšnou budoucnost. V současnosti je úspěšný vývoj zejména online aplikací a drobných aplikací pro mobilní zařízení. Lze ovšem předpokládat, že tyto platformy budou v budoucnu zahlceny a vývoj již nebude tak razantní. Vývoj aplikací bude také dále směřovat k přesunu do rozvojových zemí, kde je již vychovávána generace schopných programátorů, kteří jsou levnější než pracovní síla v rozvinutých tržních ekonomikách. Stále častěji se proto budeme moci setkávat s produkčními teamy, které budou složeny z osob pracujících skrze internet například z Indie a asijských zemí.

Velice zajímavý a bouřlivý vývoj před sebou budou mít aplikace rozšířené reality, které se teprve začínají objevovat na trhu. Uživatelé umožní například skrze display mobilního telefonu, s fotoaparátem a GPS, vidět reklamní popisky na budovách a další informace. Možnost spojení s reklamní produkcí bude pro tuto oblast velice zajímavá.

3.2.2. Podpůrné společnosti

Druhou možností pro společnosti, které chtějí působit na trhu multimediálních služeb, je neposkytovat konkrétní produkty, ale vytvoření platformy pro poskytnutí nepřímé multimediální služby. Typickou službou tohoto druhu je například zajištění streamu, „cloud computing“ nebo cloudové poskytování výpočetní kapacity, pro náročné úkony. V podstatě všechny formy tohoto poskytování služeb se vážou k online zpracování a obrovským vstupním nákladům na zajištění vhodného zázemí. Obrovskou výhodou však je, možnost využití WEB 2.0 myšlenek a nechání tvorby obsahu na samotných uživatelích. Právě tento druh projektů nejvíce změnil současnou tvář multimédií a přístupu k internetu všeobecně¹⁶.

Zcela jistě nejznámějším zástupcem takového projektu je portál youtube.com, který doslova převrátil vnímání webu a trendy jeho vývoje. Portál youtube.com nepřináší uživatelům žádný vlastní obsah, který by jim mohl nabídnout. Nechává uživatele, aby obsah vytvářeli sami a obstarává pouze technickou stránku projektu. Provozování takového projektu tedy znamená nutnost mít k dispozici obrovskou konektivitu, výpočetní výkon a kapacitu. Na své náklady pak zřizovatel pro návštěvníky zajišťuje stream, postprodukcí videa a vedení katalogu. Odměnou za tyto vysoké náklady je, v případě portálu youtube.com, neuvěřitelně vysoká návštěvnost a využívanou služby. Některé média udávají, že pokud by byl například portál youtube.com odpojen, celosvětové zatížení přenosových páteřních spojů by kleslo o neuvěřitelných 60%. To je neuvěřitelná míra využití jediné služby a úspěch, který nelze srovnávat s žádným jiným online projektem. Stinnou stránkou ovšem zůstává, jak provoz takhle úspěšného a drahého projektu financovat. Současný majitel (společnost Google) stále hledá úspěšný model, jak do tohoto systému včlenit reklamy a zařídit, aby generoval alespoň nějaký zisk.

Zcela jiným modelem využití podpůrného principu je model, který zvolila společnost Apple se svým projektem iTunes. iTunes je SW řešení, které skrze cloudovou strukturu umožňuje přístup k rozličnému multimediálnímu obsahu, včetně hudby, videa nebo aplikací. Jedná se o velmi flexibilní systém, jak divákům zprostředkovat levně, rychle

¹⁶ GILL, P.; ARLITT, M. Youtube traffic characterization: a view from the edge. *Internet Measurement Conference Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement*. 2007, s. 15 – 28. ISBN: 978-1-59593-908

a přehledně multimediální obsah. Na rozdíl od zmíněného youtube.com je u tohoto projektu zcela jasný způsob financování, protože samotná distribuce placeného obsahu generuje ekonomický zisk. Služeb systému je možné využít všude, kde je člověk online, tedy například i přímo z mobilního telefonu. Způsob použití programu je naprosto revoluční a ukazuje trend, jakým lze předpokládat budoucí vývoj. Při tomto druhu distribuce obsahu je možné totiž zcela vynechat poslední distribuční článek v podobě maloobchodního prodeje a při nižších cenách dosahovat vyššího zisku. Zároveň je tato možnost pro konečného uživatele mnohem pohodlnější, rychlejší a v neposlední řadě se díky cloud computingu nemusí ani obávat, že by někdy o zakoupené médium přišel.

Oba tyto modely podnikání jasně ukazují, jakým směrem se bude ubírat budoucnost v této oblasti. Youtube.com je demonstrace web 2.0 principů a Apple iTunes zase budoucnosti obchodů s multimediálním obsahem. Lze předpokládat, že vliv projektů jako je iTunes bude i v budoucnu nadále růst a jednou plně převz mou kontrolu nad distribucí placeného multimediálního obsahu.

Většina z podobných projektů však svým rozsahem a vysokou nákladností překračuje možnosti střední firmy, ale jsou i méně nákladné možnosti využití. Agentura REA models například využívá těchto principů k zajištění video streamu v reálném čase, pokud je nutné přenášet živý obraz mezi geograficky vzdálenými místy. Více o tomto využití streamu v reálném čase, obsahuje kapitola 5.

4. Multimediální laserová, světelná a LED projekce

V následující kapitole se budeme věnovat již konkrétní oblasti poskytování multimediálních služeb, kterým je světelná, laserová a LED projekce. Této konkrétní oblasti specifických multimédií, je věnován v práci zvýšený rozsah, protože tvoří nosnou část činnosti společnosti REA models. Postavení a možnosti rozvoje této společnosti tvoří jednu ze stěžejních částí zadání práce, která by bez rozboru této oblasti multimédií nebyla možná. Zároveň se jedná i o oblast, se kterou mám nejvíce praktických zkušeností a o kterou se zajímám již velmi dlouhou dobu. Domnívám se, že se jedná o velice zajímavou příležitost pro podnikání díky zcela ojedinělým používaným technologiím, které často nejsou široké veřejnosti ani známy. Snadné spojení této oblasti s reklamou z ní rovněž činí jednu z oblastí multimédií, kterým lze předpovědět rychlý růst a rozvoj již ve velmi krátkém období. V kapitole je věnován také prostor digitálním standardům řízení světelných a laserových efektů, které je klíčovou složkou úspěšného použití těchto systémů v praxi a rovněž i základem moderního osvětlování.

Moderní osvětlování je důležitou složkou multimédií a zejména v poslední době se stává stále důležitějším multimediálním prvkem. Můžeme být například svědky průlomové technologie „Philips ambilight“, která prvky moderního osvětlování LED projekce přináší do obývacích pokojů běžných lidí a rozšiřuje tak prožitek, který mají z běžné video projekce (podobná technologie se ovšem používá již mnoho let v casinech, multimediálních show, zábavných parcích apod.)¹⁷. Moderní osvětlování neustále hledá nové metody a technologie, jak obohatit produkce o jedinečné prvky a použít je i v oblastech reklamy. Právě reklama je totiž hnacím motorem moderního osvětlování, protože způsobuje hromadný zájem o nové technologie, čímž umožňuje jejich neustálý vývoj. Aby reklama měla úspěch, musí se ale odlišovat od konkurenčních reklam, čímž požaduje od moderního osvětlení neustále nové funkce a hledá v této oblasti cestu jak uchvátit svého potenciálního zákazníka. Pasáže obchodních center proto již dneska nevyužívají všední vývojky s bílým světlem, ale nacházíme zde i LED reflektory s plynulou RGB změnou barvy. Na kulturních akcích již nestačí prosté osvětlení, ale

¹⁷ RICKWOOD, L. Multimedial light show and standards. *EventDV*. 2009, roč. 22, č.3, s. 2, ISSN: 15542009

objevují se zde motorizované spoty, které umí promítat loga sponzorů, měnit barvy a dokonce se otáčet b rozsahu 360°. V souvislosti s poslední dobou jsou často do této formy světelných efektů montovány dokonce video projektory. Do této oblasti tak vstupuje i informační technologie, protože moderní světelné zařízení nabízející pokročilé možnosti je potřeba kontrolovat a řídit digitálními standardy řízení. Pravděpodobně nejdynamičtěji se rozvíjeným světelným zdrojem je LED, která během krátké doby nahradila velkou část konvenčních světelných zdrojů a její mechanické a optické vlastnosti je předurčují ke klíčové roli v oblasti moderního osvětlování.

4.1. Klíčové technologie a prvky pro světelnou projekci

Úvod kapitoly se věnuje popisu elektronických součástek a technologií, které byly pro tento obor klíčové a nejvíce změnily tvář moderní projekce. Zvláštní důraz je kladen zejména LE diody a moderní panely z organických LE diod. Právě o OLED panelech se nejčastěji mluví jako o potenciální náhradě současných zobrazovačů a jako o technologii, která má potenciál člověku umístit multimediální prvky na místa, na které to zatím technologicky možné není. OLED panely se díky nízkým elektronickým nárokům již používají v mnoha mobilních zařízeních a v některých verzích (například zmíněné průhledné TOLED) se s nimi počítá do multimediálních systémů nové generace, s funkcemi rozšířené reality. Vysvětlení technologie jako je TOLED, rovněž navazuje na kapitolu 2.5., ve které jsem se věnoval předpokládané budoucnosti multimédií. V dalších částech jsou popsány i principy laserových projekčních systémů.

4.1.1. Technologie na principu LED (Light Emitting Diode)

LED je zvláštní typ elektronické polovodičové součástky, která dokáže za splnění určitých podmínek využít svůj P-N přechod k emitování světla. Emise světla nastává v moment, kdy P-N přechodem prochází elektrický proud v propustném směru díky jevu elektroluminiscence. „*Světlo je však nekoherentní s poměrně úzkým světelným spektrem, který může být pro člověka ve viditelném i neviditelném spektru*“¹⁸. Historicky první LED,

¹⁸ MAŤÁTKO, J. *Elektronika*. 2. vyd. Praha: IDEA SERVIS, 2003. s. 36 ISBN 80-85970-20-1

s emisí záření ve viditelném spektru, byla představena Nickem Holonyakem mladším v roce 1962. Rozsah spektra konkrétní diody závisí zejména na chemickém složení samotného polovodiče přechodu. Červená, zelená a žlutá barva je dostupná již poměrně dlouhou dobu, na obchodně konkurence-schopná varianta LED vyzařující modré světlo přišla až v průběhu devadesátých let. Právě absence modré barvy velice zpomalila vývoj osvětlení na LED principu a zejména obrovského potenciálu LED jako zobrazovače videa. Po konstrukční stránce se LED vyrábějí v provedení s ohebnými přívody, nebo jako jako SMD (pro montáž na plošných spojích).

Světlo emitující diody mají oproti konvenčním světelným zdrojům světla řadu výhod, ale zejména díky nekoherentnosti světla na velmi úzkém světelném spektru se samozřejmě nehodí do všech oblastí. Mezi největší výhody patří energetická nenáročnost, obrovská životnost (často i více než tisícinásobná oproti konvenčním zdrojům), malá hmotnost, se kterou se váže i velká flexibilita a v neposlední řadě mechanické vlastnosti (odolnost vůči pádu, povětrnostním vlivům, absolutní odolnost vůči mrazu a neomezené možnosti provedení LED). Právě tyto vlastnosti LED předurčují k jejich využití pro multimediální projekci.

- **OLED (*Organic Light Emitting Diode*)**

OLED je speciálním případem využití elektroluminiscenční diody s organickou látkou jako pokročilého vysokorozlišovacího zobrazovače s přímou emisí světla. Tato technologie byla vyvinuta společností Eastman Kodak v roce 1987, ale jejímu masovému rozšíření do poměrně nedávné doby bránila řada technologických překážek. Obecně je použití organických LED jako display považováno za zobrazování budoucnosti a předpokládá se, že jím budou nahrazeny všechny současné konvenční maloformátové a středoformátové (TFT LCD, plasma...) zobrazovače současnosti¹⁹. Původním účelem tohoto zařízení bylo vytvořit flexibilní levný zobrazovací panel. Největším důvodem předpokládaného úspěchu tohoto display je přímá emise světla bez nutnosti podsvicování, což znamená oproti současným technologiím velký nárůst svítivosti a možného efektivního

¹⁹ DOWNIE, M. Field—a new environment for making digital art. *Computers in Entertainment*. 2008, roč. 28, č. 4. ISSN:1544-3574

jasu a v neposlední řadě i výborné mechanické vlastnosti. Díky této technologii je totiž možné vytvořit display o tloušťce jen několika milimetrů, nebo například s 80% průsvitností pro speciální účely (například brýle, vojenství, automobily ...). V současné době jsou již několik let OLED display sériově vyráběny a dodávány do menších přístrojů (mobilní telefony, přehrávače hudby, fotoaparáty ...) a začíná i sériová výroba display větších formátů. Platí ovšem, že tato technologie je ještě poměrně nová a předpokládá se její další vývoj.

Principiální stránka je velice podobná s klasickou polovodičovou LED s rozdílem, že P-M přechod je tvořen několika vrstvami organické látky. Mezi metalickou katodou a průhlednou anodou jsou tři vrstvy organické látky, které zprostředkovávají při průtoku proudu přenos kladných a záporných nábojů ve vyzařovací vrstvě, čímž dochází k emisi světelného záření. Látky i samotný tvar elektrod jsou pochopitelně konstrukčně vytvořeny tak, aby střetávání nábojů ve vyzařovací vrstvě mělo co nejmaximálnější možnou podobu. Podobně jako u technologie LCD existují v zásadě dva základní druhy OLED displejů. Je jím odlehčená pasivní verze PMOLED (passive matrix organic light emitting diode) a pokročilejší aktivní verze AMOLED (active matrix organic light emitting diode).

Kromě zmíněného základního rozdělení OLED ještě existuje celá řada konkrétních verzí OLED se specifickými vlastnostmi. Technologii OLED je možné například nanést místo skla na pružný materiál. Takovýto display může kromě skvělé mechanické odolnosti nabídnout i ohýbání a proto může mít například zaoblené provedení. Existuje i varianta WOLED, která dosahuje velmi vysoké účinnosti generování světla více než 30 lm/W. Díky tomu je vhodná pro reklamní účely, kde za denního světla je potřeba k čitelnosti textu reklamní tabule opravdu velmi vysoká svítivost.

Zajímavá je i varianta TOLED, kde je v OLED matici využito pouze průsvitných materiálů (tedy jak podložka, tak katoda i anoda) a umožňuje tedy vytvoření displeje s až 80% průchodností světla. Výsledný obraz může být zobrazen jen na jedné nebo obou stranách a existuje i možnost vložení další vrstvy s tekutými krystaly, které v případě nutnosti mohou průsvitnost panelu snížit na minimum. Díky této technologii je možné vytvořit například brýle se zobrazením videa nebo integrovat rozsáhlý interaktivní systém přímo do zorného pole na skle automobilu. Tato technologie je již několik let využívána

v kokpitech moderních vojenských letounů. Je jen otázkou času, kdy se objeví v běžných komerčních aplikacích. Její parametry jí předurčují například pro zařízení s funkcí rozšířené reality, které nám umožní skrze speciální brýle vidět v reálném prostoru počítačově referované věci. Potenciál pro užití takovéto technologie je nesmírný a oproti jiných technologiím (například billboardy, obrovské LED obrazovky apod.) se jedná o jednoznačnou úsporu energie a technických nákladů.

Další velice zajímavou formou OLED je OHOLED, který díky příměsí fosforeskující látky dosahuje neuvěřitelné 100% účinnosti generování světla. Využití principu elektrické fosforescence zde čtyřnásobně zvyšuje účinnost oproti běžným OLED panelům (účinnost dle provedení 20-35%) a ještě výrazně tak odděluje možnosti OLED od klasického LCD (účinnost cca 10%). Při jasů 200 cd/m² je zde spotřeba pouze okolo 125mW.

OLED jako celek je nepochybně zobrazovačem blízké i vzdálenější budoucnosti, který již velmi brzy nahradí velkou část současných zobrazovacích panelů. Je to ovšem poměrně nová technologie, která s sebou přináší i poměrně dost záporů, které musí být vyřešeny dalším vývojem. Největším současným problémem je životnost samotného panelu. Organické látky přítomné ve struktuře totiž zdaleka nemohou svou životností konkurovat polovodičovým přechodům. Intenzita barev proto není stálá po celou dobu existence panelu, kratší životnost ještě umocňuje fakt, že k destrukci jednotlivých barev nedochází současně. Modrá barva začíná ztrácet na intenzitě již po 1000 hodinách, zelená asi za desetinásobek a nejdéle vydrží červená barva s cca 300000 hodinami. AMOLED verze displejů mají tyto parametry ovšem o něco lepší a do budoucna se předpokládá další zlepšení životnosti zavedením sériové výroby a vyvinutím lepší technologie. Paradoxně je právě životnost možná i hnacím motorem, který motivuje výrobce k masovému šíření této technologie. Nižší životnost totiž bude nutit zákazníky častěji obnovovat své technické vybavení což ovšem vzhledem morální k životnosti zařízení nebude v praxi velkým problémem.

4.1.2. LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

Laser je specifickým zdrojem velmi úzkého elektromagnetického záření. V širším významovém smyslu se dá mluvit o světle, které však oproti přirozeným zdrojům (tepelných s indexem barevného podání 100) je monochromatické, polarizované a koherentní. Po principiální stránce se opírá o zákony termodynamiky a hlavně kvantové mechaniky. Ještě před sestavením samotného laseru, existovalo již několik prototypů tzv. maseru, který je po technické stránce považován za jeho předchůdce. Maser, ačkoliv využívá velice podobného principu, namísto světelného záření však generuje záření mikrovlnné. První prototyp maseru se objevil již počátkem padesátých let minulého století, téměř o deset let dříve než první prototyp laseru. Funkční laser byl veřejnosti představen až během roku 1960 předním fyzikem Theodorem H. Maimanem v USA. Tento laser pracoval pouze v pulsním režimu a jako aktivní prostředí využíval krystalu rubínu. O velký vývoj laseru se zasloužili i sovětsí fyzici Nikolaj Basov a Alexandr Prochov, kteří společně s Charlesem Townesem získali za „zásadní výzkum v oboru kvantové elektroniky, který vedl ke konstrukci oscilátorů a zesilovačů založených na principu maserů a laserů“ Nobelovu cenu za fyziku. Sovětsí fyzici vyřešili problematiku nepřetržitého záření ustanovením populační inverze použitím více než dvou energetických hladin.

4.1.2.1 Princip laseru

Základem laseru jsou tři složky. Rezonátor, aktivní prostředí a zdroj energie. Aktivní prostředí je látka, která obsahuje oddělené kvantové energetické hladiny elektronů. Právě do ní zdroj energie emitována energie, která nabudí elektrony, které při pádu na nižší energetickou hladinu energii vyzáří ve formě fotonů. Vzniklé fotony v následném procesu budí řetězovou reakcí další elektrony čímž dochází k zesilování toku fotonů. Tento tok následně putuje na rezonátor, který se skládá z dvou zrcadel – jednoho s odrazivostí 100% a druhého, které má odrazivost o něco málo nižší a umožní tak malou část paprsku propustit mimo. Tok fotonů tak rezonuje mezi zrcadly a zesilovacím prostředím a malá část paprsku ve formě laserového záření je z rezonátoru emitována mimo laser. Podle použití aktivního prostředí můžeme proto lasery rozdělit na lasery plynové a pevnolátkové.

4.1.2.2 Běžné použití laseru v praxi

Lasery nabízejí prakticky naprosto nekonečné možnosti využití. Prvním průlomovým praktickým využitím laseru k jinému účelu než je vědecká práce bylo jeho využití v lékařství. Pomocí argonového laseru se běžně léčí jinak neléčitelné defekty jako je diabetická retinopatie nebo zelený zákal. Ve vojenské oblasti se laser používá k přesnému zaměření cíle nebo v nejmodernějších provedení i jako samotný zbraňový systém schopný zasahovat laserovým paprskem cíle, jako jsou inteligentní střely apod. Laser nachází i široké využití v průmyslu, kde je využíván k velmi přesnému řezání a obrábění nebo vypalování nejrůznějších nápisů do pevných materiálů. Optické vlastnosti ho předurčují i k aplikacím, jako je měření vzdálenosti, nivelace, snímání 3D obrazu, vysokorozlišovací snímání videa apod. Z ostatních oblastí lze jmenovat jeho použití v laserových tiskárnách, holografie, show technice a reklamě, které jsou ústředním bodem mé práce. Nejprůlomovější ovšem vidím využití laseru v informačních technologiích k přenosu a uchovávání dat. Velkokapacitní uchovávání dat optickým způsobem (CD,DVD, Blue-ray) velmi změnilo tvář informačních technologií a nástup nových médií na holografickém principu tento posun ještě dále umocní. Laser se velice osvědčil i k přenosu dat na velké vzdálenosti uvnitř optických kabelů a lze jej využít dokonce i v podobě optického pojítka na velké vzdálenosti i vzduchem.

4.1.2.3 Bezpečnost používání laseru

Hlavní nebezpečnost použití laseru je v možnosti poškození lidského oka. Laserový paprsek soustřeďuje ve velice malém bodu obrovské množství energie. Navíc často toto záření není ani lidským okem viditelné. Toto nebezpečí spočívá v bodovém přehřátí sítnice. I laser zanedbatelného výkonu může člověka trvale oslepit nebo mu vážně poškodit zrak. Lasery jsou proto rozděleny do bezpečnostních tříd, přičemž lasery třídy IIIb (tedy s vyšším vyzářeným výkonem než 4.9mW) jsou obecně považovány za nebezpečné. V mnoha státech světa (například USA) nesmí být takovéto lasery ani použity na otevřených prostorech bez speciálního povolení. Právě problém ohledně bezpečnosti užití nejvíce zpomaluje vývoj laserů pro použití v oblasti reklamy a show použití. Této problematice je detailněji věnováno v kapitole 6, kde je navrhnut systém, který by mohl použití laseru v praxi výrazně zvýšit.

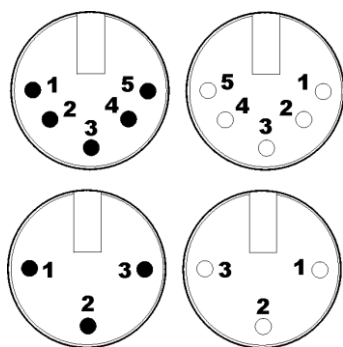
4.2. Digitální standardy řízení

To co dělá moderní osvětlení extrémně využitelným je ale až jeho efektivní ovládání a zejména příchod digitálních systémů a standardů řízení. Proto bych ve své práci chtěl věnovat širší část nejužívanějšímu a všeobecně nejuznávanějšímu digitálnímu standardu DMX 512. Osobně tento standard spojuji s dynamickým rozvojem inteligentního osvětlení a vidím v něj největší příčinu velkého úspěchu této technologie.

4.2.1. Protokol DMX

V průběhu osmdesátých let minulého století začala postupně pronikat digitalizace i do prostředí profesionálního osvětlování. Všem výrobcům profesionální osvětlovací techniky bylo jasné, že v éře nastupujících počítačů a neustále se zvyšujících nároků na speciální světelné efekty již nemá analogové ničím nestandardizované řízení své místo. V tu dobu se ovšem jednalo zejména o řízení stmívačů, které bylo možné použít pouze s výrobcem dodanou ovládací konzolí. Všeobecné vůle po digitálním standardu se chopil institut USITT a v roce 1986 uvedl protokol **DMX512**.

Zajímavostí ohledně tohoto protokolu je to, že se z něho stal prakticky okamžitě všeobecně uznávaný standard a žádný z výrobců se ho nepokusil zpochybnit nebo navrhnout standard svůj vlastní (jak je tomu v IT oblasti poměrně obvyklé). Nikdo ovšem neočekával, že protokol DMX512 bude standardem, který bude pokládán za poměrně moderní, ještě za dvacet let poté díky fenoménu tzv. **inteligentního osvětlení**. Důvody k takovému úspěchu tohoto standardu jsou dle mého názoru hned dva. Tím prvním je to, že byla využita třípinová a pětipinová koncepce XLR koncovek a kabeláže, které se v tu dobu již běžně používaly u ozvučovací techniky. Použití této koncepce je samozřejmě pouze doporučené a se samotným standardem nemá nic společného, nikdy jsem se však v praxi nesetkal s použitím jiné koncepce. Rozložení pinů a přiřazení signálu je implicitně doporučeno u tří a pětipinové verze takto.



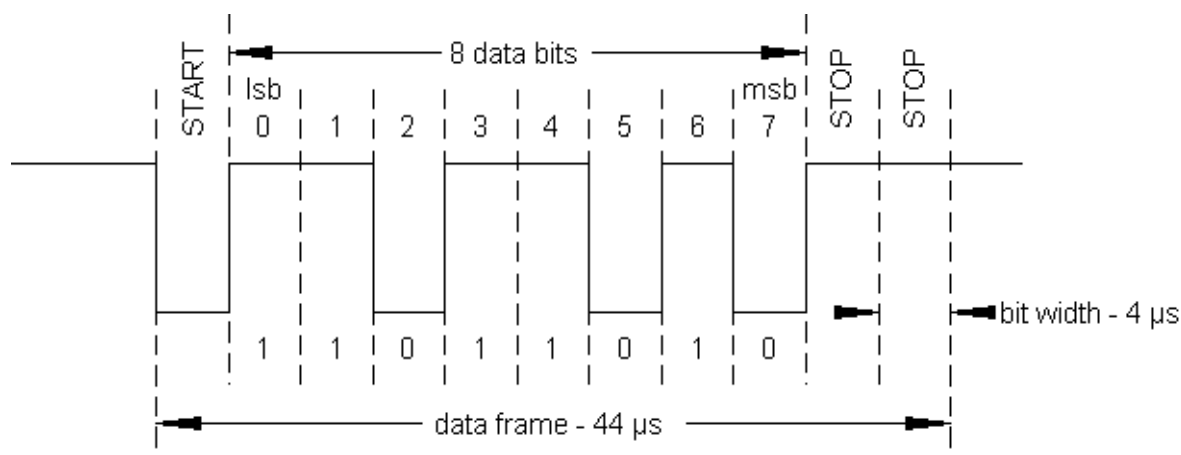
Obr 1.

Pětipinová verze má navíc na pinu 4 a 5 signál Data2 – (pin 4) a Data2 + (pin 5). Využití tohoto páru není v původním protokolu exaktně definováno a je jen na vůli výrobce, jak jej užije. V protokolu byly přidány proto, aby bylo pamatováno na budoucí případné rozšíření. V dnešních nejmodernějších verzích protokolu DMX je již ale i jejich použití

standardizováno a místo původního označení Data* se většinou využívá označení Data2. Pin 1 je GND – 0V. Pin 2 pak Data – a pin 3 je Data +. Standardně je tedy základní přenos pomocí jedné kroucené dvoulinky a v modernějších verzích protokolu je využita i druhá kroucená dvoulinka. Tím druhým důvodem, proč je protokol od začátku tak oblíbený, je, že DMX 512 vychází z průmyslového standardu EIA 485. Vzhledem k širokému použití tohoto standardu v průmyslu jsou technické prostředky pro jeho implementaci velmi levné a přizpůsobené pro nejtvrďší podmínky nasazení. Je zde využit diferenciální napěťový přenos po kroucené dvoulince, kde může být v jednom až 1000 m dlouhém segmentu za určitých podmínek umístěno až 256 přijímačů. Počet segmentů přitom není limitován. Využití tohoto systému je tak jednoduché a nenáročné, že umožňuje jeho implementaci i velmi malým výrobcům. Výroba USB převodníku se díky standardizovaným obvodům stává možnou dokonce i v domácím prostředí. Pro převod úrovně EIA485 na běžnou TTL úroveň je možné použít standardní průmyslové obvody - například SN75176B od Texas Instruments, případně řadu ekvivalentů. V případě galvanického oddělení existuje řada obvodů řešících vše potřebné na jednom čipu - například ISO485P od Burr-Brown. Jednoduché schéma k výrobě USB – DMX převodníku přikládám i do přílohy této práce jako **přílohu č. 1**.

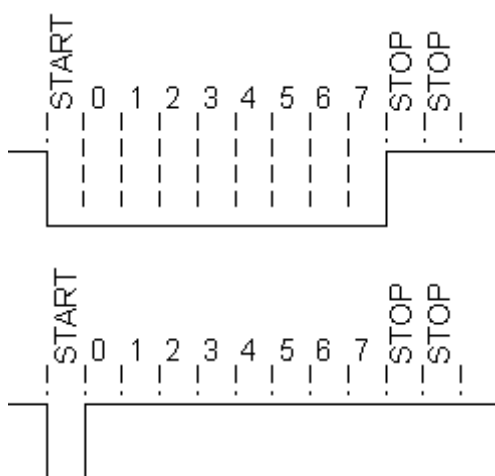
Formát datového přenosu

Samotný přenos využívá poměrně vysokou přenosovou rychlost 250 kBd/s, které je dosaženo asynchronním přenosem. Přenos je charakterizován osmi datovými bity, které jsou uspořádány od nejméně významného D0 až k bitu s nejvyšší prioritou D7. Při přenosu není využita parity.



Obr. 2

Jak je vidět i z doplňkové ilustrace, užívá se zde start bitu a dvou stop bitů. Ty jsou použity k synchronizaci mezi vysílačem a přijímačem. Protože je klidová úroveň na lince nastavena jako „1“, průběhy signálů mezních hodnot vypadají tedy takto.



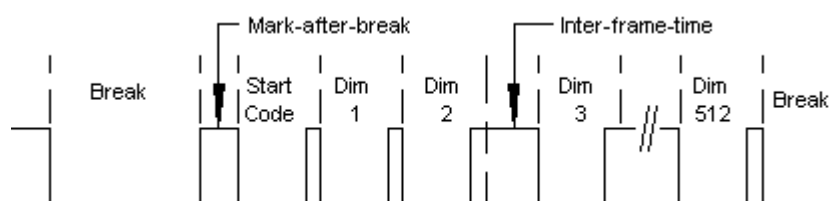
Obr. 3 - Formát paketu přenosu

Na první ilustraci je zobrazen průběh signálu u mezní hodnoty „0“. Je zde jasně vidět, že celý průběh je reprezentován jen jedním velkým „pulssem“, protože stop bity jsou reprezentovány klidovou hodnotou „1“ a start bit naopak pomlčkou ve formě „0“. Na druhé ilustraci je vidět průběh druhého mezního signálu „255“. Zde se naopak projeví pouze krátká pomlka stop bitu.

Formát paketu přenosu

Další velice důležitou specifikací normy DMX 512 je formát samotného přenosového paketu. Ten je ve své podstatě velice jednoduchý a má podobu seskupení datových bajtů s počáteční synchronizační mezerou spolu se startovacím kódem. Synchronizační mezera

je (označovaná „break“) je pulz v délce alespoň 88 μ s a je následovaná klidovou úrovní (označovaná „mark after break“) v délce alespoň 8 μ s. Tato klidová úroveň zamezuje chybné detekci úvodního start bitu. Mezi jednotlivými datovými bajty je mezera (označovaná „inter frame time“), která může být nulová. Během běžného přenosu se může vyskytnout nenulová mezera jen ve speciálních případech kdy se mění „obsah sdělení“ (ovládací konzole, nebo PC například přechází z realizování naprogramované scény na jiný program).

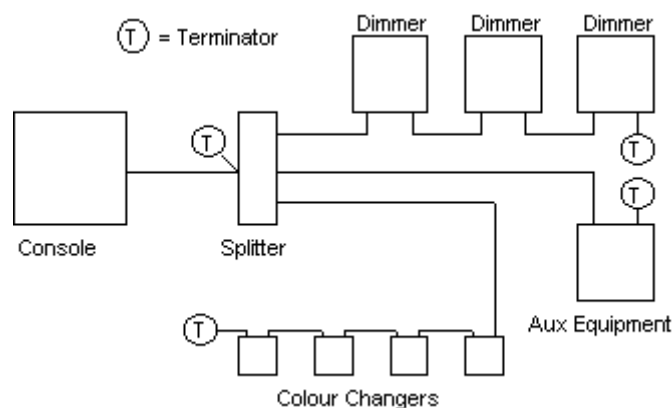


Obr 4.

Výskyt jakékoliv nízké nebo vysoké hodnoty na lince, která má delší trvání než je jedna sekunda je automaticky vyhodnocen jako ztráta signálu. Koncové zařízení se mohou při takovéto chybě chovat poměrně nevyzpytatelně a záleží na jejich konkrétní specifikaci. Většina „kvalitnějších“ inteligentních osvětlovacích efektů umožňují dokonce v interních preferencích nastavení, jak se má zařízení v takovéto specifikaci chovat (buď zastavení projekce nebo nastavení zcela nového programu – například stočení světél do nějaké fixní pozice či nastavení fixní barvy a nebo i pokračování běžícího programu s nejaktuálnějším výkladem měnitelných parametrů). Neinteligentní osvětlení by v tuto chvíli mělo přerušit projekci, některé „levnější“ zařízení se ale mohou chovat i velice nevyzpytatelně.

Při formulování vlastností paketu se zde objevují i určité nedostatky standardu DMX 512. Jak jsem zmínil v úvodu o protokolu DMX, v jeho vzniku se uvažovalo zejména o užití protokolu k ovládání stmívačů (dimmerů) a s novou technologií efektů (která v tu dobu ještě neexistovala) zatím nepočítala. Proto je startovní kód definován pouze hodnotou „0“, která by ovšem měla určovat, že následující datové bajty nesou informaci o úrovni stmívačů. Vývoj protokolu a vzájemné dohody výrobců ovšem vedou k tomu, že tato drobná „nedokonalost“ byla překonána a kompenzováno jinými cestami.

Praktické použití DMX



Obr 5.

Každé vedení musí být bezpodmínečně zakončeno terminátorem, což není nic jiného než zakončování 90-120Ω odpor. Při realizaci je nutno používat i rozbočovače (splitters) a zejména pamatovat na fakt, že při spínání velkých světelných parků s využití světelných ramp mnohdy vede k různým poklesům napětí a podobně. Často se zde spínají desetitisíce a někdy i statisíce wattů. DMX ovladačů existuje obrovské množství od široké škály výrobců a to jak v hardware podobě tak i softwarových.

4.2.2. Řízení laserové techniky

Ačkoliv by bylo samozřejmě využití jednoho universálního standardu pro ovládání inteligentního osvětlení, stmívačů a laserů velkou výhodou, současná verze protokolu DMX nemůže ani z daleka uspokojit obrovské nároky na datové přenosy, který si klade složité laser show. V praxi se to ovšem neukázalo jako podstatný problém, protože ve většině případů by ze specializačních důvodů stejně k ovládání složitějších laserů bylo použito paralelního vedení se samostatným řízením. To ale neznamená, že neexistují lasery, které by nebylo možné ovládat pomocí protokolu DMX. Tyto lasery jsou ovšem realizovány jako tzv. „inteligentní efekty“, které mají vnitřní jednotku s přeprogramovanými efekty. Princip těchto velmi rozšířených zařízení je popsán

v následující kapitole. Na dnešním trhu se dokonce objevují i špičkové modely, které jsou v tomto ohledu hybridní a umožňují jak ovládání pomocí DMX, tak i vkládání složitých programů například na paměťové kartě nebo i jiným způsobem. Objevují se i modely laserů s podporou TCP-IP a WiFi, či dokonce s možností užití více ovládacími standardy najednou. Obecně se ale dá říct, že v oblasti ovládání laserů panoval obdobný chaos jako tomu bylo dříve u klasické osvětlovací techniky. Výrobci laserů a umělci, kteří se starali o jejich ovládání dobře věděli o neskutečných grafických možnostech, které tato technologie nabízí a rozsáhlé množství navzájem nekompatibilních standardů jen zvyšovali reálnou cenu a náklady už beztak nejdražší projekční technologie světa. Aby bylo možno masovější rozšíření této technologie po celém světě, bylo nutné zavést jednotný digitální, dostatečně výkonný standard, který bude ovšem natolik jednoduchý, že ho zvládnou implementovat i nejmenší regionální výrobci a dokonce i domácí stavitelé. Právě jednoduchost je přitom klíčová, protože průkopníky využití laserové technologie v této oblasti byli právě domácí stavitelé, různé zájmové sdružení a malé společnosti.

4.2.2.1 ILDA

ILDA (internacional laser display association) je celosvětovou organizací, mezi jejíž hlavní aktivity patří právě vývoj a správa univerzálních standardů pro využití laseru v oblasti reklamy a show použití. Tato organizace vznikla již v roce 1986 a od této doby nabízí svým členům technologický přístup ke svému vlastnímu řešení přenosu a typu grafiky vhodnou pro laserovou projekci. Organizace ILDA funguje jako sdružení, kam se může přihlásit jakýkoliv člověk se zájmem o laserovou techniku. Roční členství je ale zpoplatněné podle typu přihlášené osoby (firmy, které sériově vyrábí laserové systémy platí v rámci tisíců \$, nejméně naopak platí studenti a osoby, které se o problematiku pouze zajímají a nijak se v ní komerčně neangažují). Členové organizace získávají oplátkou přístup k technologické základně ILDA s detailním popis standardů přenosu a tím i možnost tuto technologii implementovat do svých potenciálních produktů (pokud sami vyrábějí laserové systémy). Producenti světelných show naopak ocení možnost užití dobrého jména ILDA a loga ILDA ve svých materiálech a v neposlední řadě i zařazení do celosvětového katalogu ILDA, ve kterém jsou všichni „dobří“ producenti a výrobci laserové techniky. Všichni členové ILDA také mají přístup do diskuzních fór na serveru organizace, kde si navzájem vyměňují nejen poznatky z této oblasti, ale i materiály,

grafiku, animace a vše další týkající-se této oblasti. Organizace ILDA je všeobecně považována za hybnou sílu laserového zobrazování a kromě těchto aktivit pořádá i řadu konferencí o budoucnosti laserového zobrazování a převážně bezpečnosti provozu, který je stále stěžejním a hlavním problémem zobrazování touto technologií.

Standard obrazového přenosu ILDA je poměrně složitý a popsání jeho celkové struktury by překročilo rozsah této práce, uvedu proto pouze základní principy a pilíře tohoto systému. Základem systému ILDA je systém frame's. Celý světelný program je proto rozdělen do mnoha snímků, které se mohou vrstvit do animací. Tyto snímky jsou přitom plnobarevné a zpracovány jako trojrozměrné. Neznamená to, že by se nedal zobrazit i dvojrozměrný snímek (jehož použití je díky technologické náročnosti 3D zobrazení zdaleka nejčastější), ale že každý snímek je ve formátu definován universálně jako trojrozměrný. Hlavní důraz je kladen na to, aby systém pracoval na všech technologických platformách úplně stejně. To znamená, že jednotlivé snímky jsou přenositelné po jakémkoliv paměťovém médiu na jakékoliv technické řešení (například software využívající tohoto standardu). Fyzicky se dá ale systém ILDA rozdělit do dvou vrstev kompatibility. V původních verzích návrhu byla jen jedna vrstva, která obsahovala souřadnice X,Y,Z a číslo, které vyjadřovalo barvu každého bodu. Zde nastával ale problém mezi jednotlivými platformami, protože většinou na každé platformě vyjadřovala čísla barvu jinou. ILDA standard byl proto rozdělen do dvou vrstev, přičemž tou první (nejdůležitější) je právě souřadnice bodu a druhou vrstvou je normalizovaná paleta barev. Existuje celá řada řešení jak ovládat z pomocí ILDA laserovou projekci.

Nejrozšířenějším řešením je systém Pangoli, který patří mezi nejkvalitnější a nejpokročilejší systémy. Nejedná se pouze o software, ale i hardware, který zde kromě funkce převodníku plní i roli grafického akcelérátoru software. Systém Pangoli je nejaktivnějším členem organizace Ilda, který ji doprovází již od samotného vzniku této společnosti. Patří i mezi její největší průkopníky a sponzory. Mezi standardní funkce tohoto systému patří kreslení 4D grafiky (3D animace) nebo plnobarevné 2D grafiky ve fotografické kvalitě. Díky tomuto systému je proto možné laserový projektor (pokud splňuje technické požadavky této funkce) použít pro promítání videa, projekci billboardů a mnoho dalších pokročilých funkcí. Z dalších pokročilých systémů můžu jmenovat například systém Mamba, který nabízí v dnešní době již funkce na porovnatelné úrovni za

1/6 ceny Pangoli. Z levných řešení pro jednoduché laserové systémy je to například LSP, který ovšem neumí zobrazování 3D grafiky a 2D projekce se zde omezuje pouze na texty, loga a jinou jednoduchou grafiku.

Výroba vlastního rozhraní i software kompatibilních s ILDA je ovšem možný i v domácích podmínkách. Dokazují to projekty jako je Bilda (open source řešení volně dosažitelné na internetu). Schéma konstrukce hardware Bilda přikládám jako **přílohu č2.** k práci. Bildu lze doplnit i kompatibilním freeware softwarem, takže je v dnešní době možné získat zdarma poměrně pokročilé řešení laserové projekce. Většina freeware řešení ovšem není zcela zkompletována a je nutno si je přizpůsobit vlastním potřebám.

4.2.3. Inteligentní osvětlení

Důvodem proč je možné protokol DMX, i přes své jasné nedokonalosti, používat k řízení moderních sofistikovaných světelných efektů a dokonce i poměrně náročných laser show je příchod tzv. „inteligentního osvětlení“. V původní verzi protokolu DMX bylo počítáno s ovládáním zejména stmívačů (dimmerů) a jednoduchých efektů, které bylo ovšem možné ovládat stejným způsobem jako stmívače. Začátkem devadesátých let se ovšem začínají objevovat v moderním osvětlování zcela nové prvky. Nová generace světelných efektů už umí více než se jen stmívat, ale v některých efektech se začíná využívat místo žárovek výbojky a pomocí dichronických filtrů i plynulá změna barvy. Na scénu přicházejí i motorizované efekty „moving head“, které se mohou díky několika motorům plynule otáčet v rozsahu 360°, díky pokročilé optice zužovat i roztahovat svůj světelný paprsek, měnit barvy v rozsahu RGB nebo CMYK a ještě v sobě obsahují desítky tzv. „gobosů“, díky kterým mohou promítat například firemní loga a spoustu jiných motivů. Příchod takovýchto efektů ovšem vyžadoval i změnu přístupu k ovládacímu systému. Standard DMX byl navržen zejména při řízení stmívačů (v době jeho vzniku se ještě o žádné pokročilejší technologii neuvažovalo) a ovládání takto složitého zařízení nebyl uzpůsoben. Pro výrobce to znamenalo buď zavádění nového standardu řízení, nebo návrh takové koncepce zařízení, aby bylo možné využití toho stávajícího. To zapříčinilo vznik tzv. inteligentního osvětlení – světelného efektu s „mozkem“. Systémům se přezdívá „inteligentní“ proto, že už v sobě obsahují celou řídicí jednotku a vlastní paměť, ve které jsou uloženy všechny programy. Z praktického hlediska to znamená, že po řídicím vedení

nemusí být přenášen celý komplikovaný světelný program, ale pouze pokyn ke spuštění určitého programu z paměti a parametry programu. To znamená obrovské zjednodušení celého procesu a velké snížení náročnosti ovládání světelného parku. Pravdou ale samozřejmě je i to, že to přináší řadu komplikací. Daní za takovéto zjednodušení je možnost použití pouze programu, který je již hotový v paměti zařízení, to ovšem samo o sobě není až takový problém, protože pokud je softwarová výbava zařízení zdařile provedená, změnou řídicích parametrů jednotlivých programů je totiž v ideálním případě možno pokrýt všechny funkce systému tak, jako by šlo o přímé ovládání. Problémem je až užití tohoto modelu v praxi. Existují stovky různých výrobců a každý vyrábí desítky různých inteligentních světelných efektů. Standardizace je zde sice určitým nepřímým způsobem u velice podobných zařízení zastoupena, ale vzhledem k faktu, že každé zařízení jednotlivého výrobce má odlišné funkce není plošně bohužel možná.

To znamená, že ovládací konzole (ať hardware nebo software řešení) musí znát specifikaci konkrétního zařízení musí mít informaci o namapování jednotlivých programů, protože jinak by pokročilé užití nebylo prakticky vůbec možné. V tento moment se ale projevuje hlavní nevýhoda spojená s užíváním standardu DMX. Tento standard definuje totiž pouze jednostranný provoz a není proto technicky možné, aby se software ovládací konzole spojil se samotným inteligentním efektem a došlo k vzájemné interakci jejímž výsledkem by bylo vyměnění všech potřebných údajů. Řídící software konzole proto musí mít ve své paměti profily všech dosavadně známých modelů konfigurace inteligentního osvětlení což je samozřejmě značně nevýhodné. V praxi to znamená, že každý výrobce inteligentního zařízení většinou produkuje svojí vlastní levnou ovládací konzoli, která je však efektivně použitelná pouze s jiným jeho předmapovaným zařízením. Dále existují i drahé konzole, které v sobě mají přepisovatelnou paměť do které je možno dohrávat profily jednotlivých zařízení. Těch jsou samozřejmě tisíce a tak i většina malých výrobců najde již existující profil, který může použít u svého zařízení. Obecně je to ale největší problém, který i nejvíce brzdí rozvoj inteligentního osvětlení. Například dražší modely DMX říditelných laserových systémů mají možnost uložit jednotlivé programy (například loga, animace, texty...) na paměťovou kartu a pak je spustit jen pomocí DMX. Přitom kdyby měl celý program být vysílán přímo po vedení, náročnost samotného přenosu jen tohoto jednoho zařízení (kterých jsou jindy běžně použity desítky i stovky na jednom vedení) by převyšovala datovou propustnost standardu více než desetkrát.

Standard DMX a využití inteligentního osvětlení má svoje nesporné nevýhody, ale je zároveň jedinou cestou, jak by mohla být celá problematika vyřešena. Osobně vidím rozhodnutí o zachování standardu DMX v devadesátých letech minulého století jako velký přínos modernímu osvětlování. Zavedení nového standardu by znamenalo výrazné zpomalení celého vývoje a v dnešní době by se stejně jednalo o řešení, které ze 100% nevyhovuje aktuálním trendům.

4.2.4. *Budoucnost digitálního řízení*

O budoucnosti řízení v oblasti moderního osvětlování a využití laserů v oblasti show techniky se vedou již několik let bouřlivé spory. Mnoho společností a výrobců na takovýchto standardech již pracují, ale nikdo nedosáhl všeobecné vůle po jejich zavedení. U nového standardu se předpokládá zavedení na platformě TCP-IP a využití běžných TP kabelů. U prvních verzí se vycházelo z předpokladu že bude stačit rychlost okolo 10Mbit, ty dnešní uvažují o rychlostech 100 Mbit. Já osobně jsem ale přesvědčen, že pokud má být nový standard stejně úspěšný jako DMX, musí umožňovat přenos nejen řídicích signálů do světel a programů do laserových projektorů, ale i přenos zvuku a obrazu ve vysokém rozlišení. Proto si myslím, že krajní rychlostí, o které by mělo smysl vůbec uvažovat, je 1Gbit. Předpokládám, že nastolení takového standardu ale není realizovatelné během následujících deseti let. Využití DMX totiž naprosto pokrývá potřebu v této oblasti a vždy existuje i možnost vrstvení jednotlivých standardů. Například lze pomocí DMX ovládat počítače, které pomocí ILDA budou řídit laser show a ovládat i video. V blízké budoucnosti se spíše předpokládá větší rozšíření bezdrátového užívání DMX, které je sice již technologicky vyřešené, ale vzhledem k velké pořizovací ceně nepříliš rozšířené. Více o možnosti nového standardu v oblasti řízení světelné techniky a multimediálních projekcí je obsaženo v kapitole 6.

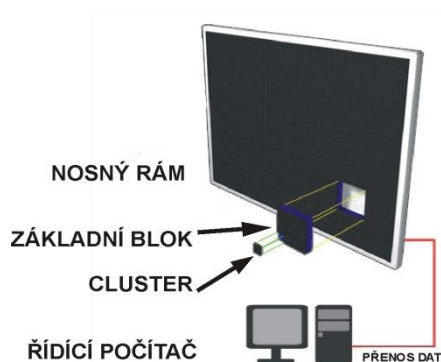
4.3. *Využití moderní technologie v reklamě*

Reklama je oblast, ve které platí důležitost „odlišovat se od ostatních“ mnohem více než v jakékoliv jiné oblasti. Moderní technologie reklamy založené na principu LED a laseru tuto podmínku splňují naprosto dokonale. Led diody mají mechanické vlastnosti, které přímo vybízí k jejich použití v této oblasti. Nejružnější nápisy a informační cedule

složené z LED diod jsou již poměrně běžné řadu let, v posledních letech však přichází do prostředí EU a České republiky další fenomén využití LED diod v reklamě, který je v jiných částech světa už poměrně běžný. Do řady měst se začínají instalovat velkoplošné projekční LED panely, které mají vynikající optické vlastnosti i za přímého denního světla a životnost v rámci desítek let. LED panely už změnily přístup k reklamě a tvář většiny velkých amerických i asijských měst, kde prakticky nahradily papírové billboardy. Vznikly ohromné metropolitní sítě, které spravují stovky takovýchto panelů. Nový trh v této oblasti má potenciál srovnatelný s trhem s televizní reklamou, vysoká pořizovací cena technologie ho ovšem omezuje pouze na větší města. Cena jednoho LED panelu se pohybuje v řádu statisíců až milionů korun, ale jeho dlouhá životnost a minimální provozní náklady jsou zárukou vrátnosti investice již během několika let. V současné době se proto jedná, dle mého názoru, o nejdynamičtěji se rozvíjející technologii na poli reklamy.

4.3.1 Velkoplošná LED projekce

Velkoplošná LED obrazovka je aktivní zobrazovací zařízení, které se skládá z velkého počtu LED diod. Led diody jsou speciálně kalibrované a jejich intenzita svitu je řízena průmyslovými počítači a speciálními software řešeními. K dosažení reálných barev se využívá se principu aditivního sčítání barev, tedy každý bod (pixel) je tvořen pomocí tří svítivých barevných led diod (RGB). Na každé obrazovce je tedy stejné množství červených, zelených a modrých LED, které svítí ve stejnou dobu pouze v případě, že celý display má být plný bílé barvy. Podkladem diod je černá plocha se stínítky (výstupky tvořícími stříšku nad diodami). Stínítka zabraňují dopadu slunečního záření a jiných okolních zdrojů světla. Plocha obrazovky je tak při vypnutí diod velice tmavá při většině světelných situací. Moderní LED obrazovky využívají pokročilé mapovací funkce pixelů, díky nimž lze vytvářet i tzv. mezibody. Řízení mezibodů je velice výpočetně náročné, ale po teoretické stránce zdvojnásobuje reálné rozlišení obrazovky. V reálných případech díky konstrukčnímu řešení není sice výsledný efekt dvojnásobný, ale člověku se jeví přibližně o 30% lépe než běžné obrazovky. LED jsou poskládány do matice, která tvoří tzv. cluster obrazovky. To je nejmenší měnitelná část obrazovky ze které se skládá základní blok. Základní blok většinou obsahuje 4 až 32 clusterů (dle výrobce a typu) a obsahuje základní desku s veškerou elektronikou včetně nezávislého zdroje pro všechny desky. Aby bylo



Obr. 6 – zdroj: LedWorld

možné obrazovky efektivně rychle opravovat, všechny komponenty jsou zpravidla konstruovány tak, aby je bylo možné vyměnit za chodu panelu. Základní bloky jsou uchyceny do rámu, který slouží k uchycení obrazovky. Díky tomuto modulárnímu systému je možné vytvořit LED display jakékoliv velikosti a prakticky jakéhokoliv tvaru.

Díky konečné rozlišovací schopnosti lidského oka a optickým vlastnostem vzduchu je konečný obraz ze 3 diod spojen až v určité vzdálenosti od panelu. Tato vzdálenost souvisí s velikostí jednotlivých bodů a pohybuje se od 5 metrů (pro obrazovky s minimální roztečí) až cca po 15 metrů (u starších typů obrazovek s velkými jednotlivými body). Obrazovou informaci zpracuje počítač, kde je výsledný obraz rozdělen a jednotlivé clustery panelů, které pak přiřadí každé LED intenzitu svitu.

Obnovovací frekvence je zpravidla 600 Hz, takže obraz se lidskému oku jeví velice stabilně. Kvalitní moderní panely obsahují ještě mezi jednotlivými body velké množství snímačů osvětlení aby bylo možné jas přizpůsobit okolním světelným podmínkám. V noci je proto jas jen na přibližně 1/1000 maximální úrovně, kterou panel dosahuje, když na něj přímo svítí slunce. LED panely jsou prakticky jedinou aktivní technologií, kterou lze s úspěchem použít i při přímém osvětlení sluncem a zároveň zachovat čitelnost zobrazení. Kromě toho panely vynikají díky LED i obrovskou životností, která se odhaduje na 20-30 let při neustálém svícení. Nejporuchovější částí panelů jsou řídicí elektronika jednotlivé zdroje panelů.

4.3.2 *Technologie na laserovém principu*

Zlepšující se cenová dostupnost laserové technologie způsobuje, že je tato technologie čím dál častěji vidět i v této oblasti. Nejedná se ovšem o stejné použití jako například u LED panelů, které jsou svými mechanickými vlastnostmi a životností předurčeny pro dlouhodobé nasazení. Lasery jsou naopak velice křehké, mají omezenou životnost, vysokou cenu a v neposlední řadě jsou i velice náročné na technické zabezpečení. S jejich pomocí se dají však vytvořit velice unikátní efekty a praktiky, což je naopak předurčuje

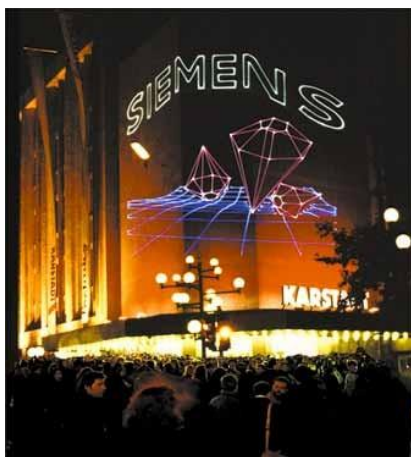
k jednorázovým akcím, jako jsou výstavy, show, velké oslavy a sportovní události. Na takovýchto místech mohou svou průbojností oslovit obrovské množství lidí.

4.3.2.1. Typy laserů pro použití v reklamě a jejich komponenty

V současné době jsou nejpoužívanější pevnolátkové lasery, které však nemají takový výkon jako lasery plynové. Oproti plynovým laserům je ovšem velká výhoda v naprosté nenáročnosti chlazení a v neposlední řadě i ceně, protože pokud se spokojíme jen s jednobarevným laserem, cena není tak vysoká. Pokud chceme, aby byl pevnolátkový laser barevný, musí obsahovat 3 samostatné lasery, které musí být přesně kalibrované, aby vznikla vyrovnaná bílá barva. Lidské oko je na každou složku totiž jinak citlivé a proto musí červená složka zabírat asi 55% výkonu, 30% zelená složka a jen 15% složka modrá, která je technologicky nejnáročnější. Oproti tomu při použití argonového plynového laseru má světlo už rovnou vyrovnanou bílou barvu a je možné dosahovat i několikanásobně vyšších výkonů. Takový laser má ale příkon v řádech desítek kw a tomu odpovídají i vysoké nároky v oblasti chlazení, které musí být vyřešeno rychlým průtokem studené vody. Takové lasery se proto hodí jen na největší venkovní akce.

Grafické možnosti laseru pak udává zejména systém jeho scanu, což je soustava dvou vysokorychlostních krokových motorů a 100% odrazivých zrcátek, které kreslí vybrané programy a grafiku. Na 3D aplikace a promítání videa je nutný opravdu velice kvalitní a rychlý scanový systém.

4.3.2.2 Možnosti použití laseru v reklamě



Obr. 7 – zdroj. Laserdesign

Možnosti využití laseru v reklamě jsou velmi široké a silné grafické projektory nabízí velmi univerzální možnost využití. Laserem se dá nakreslit prakticky libovolná a i libovolně velká grafika na jakoukoliv projekční plochu. Není proto problém vykreslit obrovské logo, animaci na mrakodrap nebo vytvořit laserový pohyblivý billboard, který putuje po mnoha místech. Nevýhodou je ale praktická nemožnost použití této technologie během dne a tak se jedná spíše o doplněk

dalšího využití laseru u velkých, ale jednorázových akcí při mimořádných příležitostech.

Další možností je využití prostorových vlastností paprsku. Paprsek laseru je ale pro člověka vidět jen díky výskytu v opticky vhodném prostředí, kde se jeho části odrážejí od drobných částic. Vzduch takovým prostředím není a proto pokud chceme vidět laserové paprsky, musí se celý prostor uměle zamlžit vhodnou technologií (umělá mlha nebo umělý lazerový kouř). Toho se dá ale výborně využít při projekci nejrůznějších obrazců



Obr. 8 – zdroj. Laserdesign

do míst, které jsou zamlženy jen lokálně. Další možností pak je zavěšení speciálních sítí, které mají vysokou průsvitnost a pro lidské oko jsou téměř neviditelné. Mají však vlastnost odražení paprsků a tak lze na ně výborně vykreslit jakoukoliv grafiku či firemní prezentaci.



Obr. 9 – zdroj. Laserdesign

Na stejném principu je i využití tzv. vodní stěny. Vodní stěna se může vytvořit v interiéru uzavřeným oběhem nebo i třeba v exteriéru pomocí čerpadel někde nad řekou. Do takovéto vodní stěny lze kreslit velmi přesný barevný 2D obraz ve fotografické kvalitě. Efekt kdy probíhá akce a během několika vteřin čerpadla rozpráší vodu do vzduchu, která se tím promění v obří projekční plátno, kde začne firemní prezentace je opravdu nepopsatelný.

Podobný princip je známý i u zařízení tzv. „FOG SCREEN“. Chemicky upravená voda je zde pomocí ultrazvuku rozmělněna na drobné kapičky, které jsou natolik malé, že je skrze ně možno chodit i v oblečení, bez toho aby se promočilo. Díky tomu lze tuto technologii snadno využívat i v interiérech nebo místech s velkým pohybem osob. Laser se velmi dobře kombinuje i s tzv. programovatelnou vodní stěnou, kde je voda spouštěna pod tlakem pomocí tisíců drobných trysek. Každá tryska je elektronicky ovládána a do padající vodní plochy je tak možné vyobrazit i poměrně složité grafické motivy. V kombinaci s laserovou projekcí se tento efekt ještě umocňuje. Nevýhoda programovatelné vodní stěny jsou ovšem vysoké pořizovací náklady, které se stále pohybují v řádech milionů korun. Zároveň je technologie velmi náročná na kvalitu

vzduchu a prašnost. Při projekci je totiž využíván zpravidla uzavřený koloběh vody a prach, který voda pohlcuje, snadno zanáší projekční trysky.

Lasery bývají také využívány jako architektonický doplněk asijských budov, které jimi kreslí nejrůznější efekty nebo si vizuálně prodlužují výšku o několik desítek km apod. Královskou disciplínou laserového zobrazování je pak 3D grafika. K zobrazení 3D objektu je však potřeba velice kvalitních laserových systémů, které se skládají z více než jednoho laseru. Pokud má být 3D obraz kvalitní, většinou je promítán do místa se zvýšeným obsahem mlhy, či vodní stěny ze 4 a více stejných laserů najednou. Technicky je však možné méně náročný laserový obraz zobrazit i jedním dvouhlavým laserem nebo dvěma správně kalibrovanými hlavami laseru.

4.4. Budoucí trendy

Budoucí trendy reklamy se budou opírat zejména o světelné efekty a velkoplošné aktivní projekce. Pasivní papírový obraz bude ve většině inzertních případů nahrazen obrazem pohyblivým a díky laserové projekci budeme nacházet reklamu na takových místech, kde si jí dnes neumíme ani představit. Pravděpodobně již během následující desítky let se objeví první prototyp laserového sky-projektoru, který bude schopný trvale kreslit pohyblivou barevnou reklamu do mraků noční oblohy. Podobnou vizi měl autor a vizionář J. Verne již před více než sto lety a ani v poměrně nedávné době nikdo moc nevěřil, že dojde k naplnění. Dnes již ale existují praktické pokusy a testy, které dokazují, že i s dnešní technologií je něco takového možné.

Led diody díky své úspornosti, mechanickým vlastnostem a velké životnosti postupně vytlačují všechny konvenční zdroje. Jejich postavení se bude dále umocňovat a objeví se i zcela nové reklamní možnosti díky levným organickým OLED displejům. Objeví se tak například oblečení, které bude zobrazovat nejrůznější nápisy a spousta míst s aktivním zobrazením, kde bychom to v dnešní době vůbec nečekali. Největší rozvoj ale osobně vidím u LED obrazovek, které se budou nadále velmi dynamicky rozšiřovat. Na trh vstoupí velké reklamní společnosti, které budou spravovat stovky takovýchto obrazovek po celé republice v téměř každém městě. Tyto systémy budou vysílat reklamu velkých inzerentů obdobně jako tomu je v TV, která bude do jednotlivých zobrazovačů

automaticky zasílána přes internet. Počítač, který řídí projekci tak vždy jen dostane informaci s plánem reklam, které má vysílat a případně mu bude odeslán i nová reklamní upoutávka přímo bez jakéhokoliv zásahu. Projektory také budou automaticky hlídat svůj stav a v případě poruchy okamžitě zavolají technika. Tento systém už funguje v řadě měst USA a zejména v asijských zemích²⁰.

²⁰ GRAY, K.; FOGHORN, R. Victory Media Network®: the world's largest outdoor digital gallery. *ACM International Conference Proceeding Series*; Vol. 252. 2007, č. 4. ISBN:978-1-59593-669-1

5. Postavení a možnosti rozvoje firmy REA models v konkurenčním prostředí multimediálního bussinesu

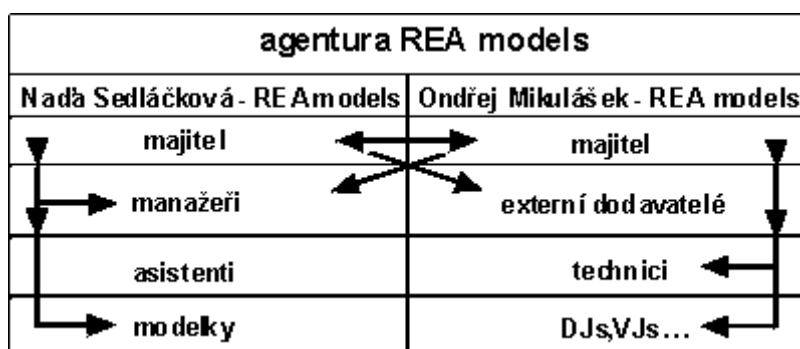
V následující kapitole se věnuji postavení společnosti REA models, ve které jsem měl příležitost získat praktické zkušenosti a dovednosti z oblasti využití multimédií, které jsem použil i v rámci této diplomové práce. Ve společnosti jsem působil intenzivně i v rámci své roční řízené praxe a od té doby u ní působím neustále. Díky dokonalé orientaci v této společnosti mohu v následujících kapitolách provést rozbor jejího fungování, jako vzorové společnosti působící v konkurenčním prostředí poskytování multimediálních služeb. Součástí je i detailní analýza toho, jak vypadá realizace vzorové zakázky, včetně veškerého technického zajištění. V závěru této kapitoly se pokusím nastínit možnosti dalšího rozvoje společnosti s ohledem na konkurenční trh a zhodnotit šance na realizovatelnost tohoto rozvoje v krátkodobém i dlouhodobém horizontu.

5.1. Historie a model fungování společnosti

Agentura byla založena v devadesátých letech Nad'ou Sedláčkovou, jako vyústění jejích aktivit sahajících už před rok 1989. V současné době má sídlo v Domě kultury Liberec, svoje pobočky má ovšem i v Mladé Boleslavi, Praze a dalších městech. V Domě kultury je rovněž i fotoateliér, který je využíván k focení katalogu a podkladů, pro multimediální projekty. Mezi hlavní aktivity agentury patří produkční činnost v oblasti kulturních akcí a multimediálních show a pronájem technologií, které má k tomuto účelu k dispozici. Mezi další aktivity patří všechny návrhy reklamních kampaní, provozování fotoateliéru a videostudia, ale i příprava nových modelek na svou profesionální dráhu. Agentura patří svou tradicí, velikostí a celkovým objemem mezi největší produkční a modelingové agentury v České republice. K prosinci roku 2009 realizovala více než 2000 různých akcí a centů, velkou částí z nich byly velká multimediální módní show po obchodních centrech po celé České republice.

Agentura nemá v současné době žádné stálé zaměstnance, pro každou z divizí ovšem pracuje velké množství externích zaměstnanců na živnostenský list a jinou formou. Při realizaci velkých projektů často naše agentura zaměstnává i více než 100 lidí najednou,

což bývá z hlediska řízení kolektivu velice náročné. Zvláště při akcích, kde musíme reagovat v časové tísní (vzhledem k oblasti ve které agentura podniká je takovýchto akcí většina) je velice důležité, aby náš předem nastavený systém správně fungoval a každý znal své místo. O to se starají i naši manažeři, kteří z bezpečnostních důvodů ovšem řeší každý jen malou část celkového úkolu. Tím jim zabrahujeme v možnosti získat dostatek zkušeností na to, aby se v budoucnu sami stali naší konkurencí. V minulosti jsme takových problémů řešili mnoho, většina agentur odpadlých pracovníků na trhu sice příliš neuspěla, stejně nám takové jednání vždy způsobí nemalou finanční škodu.



Obr. 10 – schéma organizace agentury

V tomto diagramu je vidět i rozložení pravomocí. I když jednotlivé složky vykonávající práci pro 2 různé fyzické firmy, je zařízena vzájemná interakce. Manažeři ale nemají pravomoci na

jednání s externími dodavateli a také s konkrétními modelkami. To dělají prostřednictvím asistentů, nebo majitele agentury. Zároveň nevstupují do kontaktu s techniky a DJs. To je pojistka agentury, aby manažer nezískal dostatek zkušeností a kontaktů z oboru. Tím se podstatně snižuje riziko vzniku konkurence původem ve vlastních řadách.

Jako jeden z majitelů firmy samozřejmě i zastupuji technickou divizi navenek a starám se tak o její reprezentaci. Reklama společnosti je vedena mnoha směry, které zahrnují prakticky všechny média a formy reklamy. Nejdůležitější v této oblasti jsou ale naše neziskové velké promoakce a hlavně spokojení zákazníci, kteří jak věříme, jsou nejlepší reklamou v jakémkoliv odvětví. Vnitřní statistika agentury říká, že cca 75% zakázek, které tvoří 95% obratu společnosti, přichází od zákazníka, se kterým naše agentura již navázala dlouhodobou spolupráci. Udržování dobrých vztahů se stávajícími zákazníky je proto pro agenturu největší prioritou.

5.2. Analýza aktivit a zařazení společnosti

Pokud při analýze aktivit agentury použijeme definice, které byly zavedeny ve třetí kapitole této diplomové práce, tak agentura jednoznačně patří mezi produkční společnost, která se zejména zaměřuje na multimediální kulturní produkci a v menší míře i produkci reklamní a informační. S aplikačním vývojem agentura nemá žádné hlubší zkušenosti, ale občas dodává multimediální podklady (fotky, animace, video...) pro aplikace třetích stran. V určité formě lze zde najít i podpůrné prvky, protože součástí produkce někdy bývá i zajištění živého streamu, pro diváky u internetového prohlížeče nebo jako součást velkoplošné projekce na paralelní akci. V průměru agentura zařizuje cca 150 eventů za kalendářní rok. Většina z nich jsou jen drobné úkony (například prodej a zajištění fotek, dodání nějakého materiálu), zhruba 10% jsou velké multimediální akce, ke kterým je použita většina technického vybavení z inventáře společnosti.

Více než 80% agenturního zisku přichází z celkového objemu zakázek, který je menší než 15%. Ze statistik je proto zřejmé, že pro agenturu je důležité soustředit se zejména na své velké klienty, díky kterým generuje většinu zisku a věnovat se primárně několika nejlepším akcím, které pořádá. Zároveň bych ale rád dodal, že všichni velcí klienti, kteří agentuře zadávají nejlepší zakázky, patřili v minulosti do segmentu mimo úspěšnějších 15%. Rozhodně tedy platí, že pro další vývoj agentury je nezbytné, aby se věnovala i klientům, kteří ji v současnosti nezadávají tak lukrativní zakázky. Právě z tohoto segmentu se totiž časem generují dobří klienti, kteří jsou pro agenturu životně důležití.

Konkurenční výhodou agentury je to, že je v současnosti jedinou agenturou v ČR, která by se věnovala produkci a zároveň měla většinu vlastního vybavení pro zajištění multimediální složky akcí. V praxi si může sice každý konkurenční subjekt podobné vybavení na konkrétní akci vypůjčit nebo najmout specializovanou firmu. Nikdy ovšem dané zařízení neumí ovládat tak efektivně a účelně, aby mohl produkovat stejně kvalitní multimediální show ve stejné konečné ceně. V tom vidím největší konkurenční výhodu, kterou má agentura REA models oproti konkurenci a ze které je nutné vytěžit co nejvíce.

Při hodnocení ziskovosti jednotlivých činností agentury vychází, že nejdůležitější činností je opět produkce multimediálních show a většinu ostatních činností agentury by se prakticky ani nevyplatilo provozovat. Například agenturní fotoateliér v roce 2009 vydělal

pouze 55% z celkových nákladů na jeho provoz a zakoupení nové fototechniky. Jsem ovšem přesvědčen, že jeho provoz je pro agenturu z dlouhodobého hlediska významný, protože významně rozšiřuje portfolio nabízených služeb agentury a pomáhá jí tak získávat nové klienty.

Agentura má k dispozici 3 media servery, které lze využít k odbavování HD video signálu v reálném čase nebo vícenásobnému streamu. Jeden z média serverů je výkonnostně vybaven i na rychlé renderování videa a jeho střih. Mezi další výbavou nechybí 8stopá digitální režie, 32bit digitální mixážní pult, DJ přehrávače, plazmové obrazovky, velkoplošná projekce, kompletní fotoateliér včetně bateriových generátorů, PA ozvučení a mnoho další techniky. Pro práci v multimédii využíváme kompletní portfolio licencovaných produktů Adobe.

5.3. Konkurenční prostředí

Ačkoliv je poptávka po produkci v České republice všeobecně poměrně nízká a působí na tomto trhu velké již množství subjektů, mezi kterými probíhá tvrdý konkurenční boj. Lze říci, že společnost REA models má na trhu dobrou pozici a nemá velký počet přirozených konkurentů. Je to dáno tím, že v minulosti investovala do drahé multimediální techniky, kterou její konkurenti stále nemají k dispozici nebo s ní nemají tak velké zkušenosti. Při samotné produkci může díky tomu agentura realizovat vyšší zisk a nabízet i kvalitnější služby klientům. Společnost jako první na českém trhu představila ve svých programech hudbou synchronizované vizualizace a k dnešnímu dni již používá 3. generaci této technologie. V České republice jsou jen 2 přímí konkurenti, kteří používají podobnou vizualizační techniku a v obou případech zatím jen v 1. generaci. Agentura má tedy oproti přímé konkurenci technologický náskok a více zkušeností.

Konkurenční nevýhodou agentury ovšem je, že akce, na které se specializuje, patří mezi finančně náročnější a jejich trh je v České republice poměrně omezený. V případě recese a ekonomické krize nemají klienti o tento druh akcí velký zájem a agentura je tak odkázána na jiný typ akcí, u kterých není potřeba drahá technika a své znalosti v oblasti multimédií nemůže uplatnit. Tento typ akcí je doménou produkčních společností, kteří

mají větší množství zaměstnanců a neinvestovali do drahých technologií. Proti agentuře pak v této oblasti mají nezanedbatelnou výhodu.

5.4. Vzorový scénář zajištění multimediálního show

Pro analýzu vzorového technického zajištění multimediálního show jsem zvolil reálnou akci „MERKUR CASINO FASHION SHOW“, která proběhla ve Škoda auto muzeu Mladá Boleslav. Jednalo se o multimediální módní show za účasti mnoha VIP hostů a nejlepší multimediální techniky, která je dostupná v ČR včetně plnobarvného RGB 15W laserového systému. Na realizaci samotné show se přímo podílelo celkem více než 140 lidí. Zhruba 50 lidí na akci přímo vystupovalo, 30 lidí byl podpůrný personál v zákulisí akce, 30 lidí se podílelo na stavbě scény a naskladnění techniky, 25 lidí samotnou akci v reálném čase řídilo po technické stránce a 5 lidí pořizovalo video a foto záznam akce. Náklady na akci byly ze 100% hrazeny sponzory akce.

Samotná realizace akce zabrala mnoha měsíční přípravu, která zahrnovala i přípravu choreografie akce. V tomto popisu se budeme ovšem věnovat pouze popisu technického zajištění, zahrnující multimediální program. Z multimediálních prvků bylo na místě, kromě kvalitního ozvučení, použito celkem 6 plazmových obrazovek, 2 velkoplošné projektory (každý s výkonem 11000 ANSI), 22 centrálně řízených motorizovaných světelných efektů moving head, ILDA 15W RGB laserový projektor se scan systémem 110 pps a množství dalších speciálních efektů. K video projekci na plazmové obrazovky a velkoplošnou projekci, bylo jako podklad použito renderovaných animací a klipů, hudbou synchronizované vizualizace a v neposlední řadě i 3 kamerový záznam, který musel být v reálném čase sestřiháván a odbavován. Samotné odbavení proběhlo v pěti nezávislých cestách. Každý velkoplošný projektor byl odbavován zvlášť, zvlášť byly odbavovány i vždy dvojice plazmových obrazovek a kamerový sestřih byl živě dekodován a streamován, pro simultánní přenos v reálném čase, do sousední budovy (zde sledovali návštěvníci, kteří se z kapacitních důvodů nevešli do sálu). Nezávisle byla odbavována i hudba, DMX signál pro řízení světelné show a laserová projekce.

V následujícím odstavci se pokusím popsat, jak bylo toto technicky náročné zadání zvládnuto a jaká technika a technologie k tomu byly použity. Základním prvkem, který si

musí produkční před odbavováním multimediálního show stanovit, jsou počet a forma interakčních vazeb, mezi jednotlivými multimediálními prvky show. Čím je tento počet vazeb a jednotlivých interakcí nižší, tím je show technicky méně náročnější. Naopak čím vyšší tento počet je, tím více se návrh show komplikuje, ale show je intenzivnější. U této show jsem při návrhu dospěl k těmto vazbám a formám vertikální interakce:

- renderované vizualizace by měly v reálném čase reagovat, na hudbu od DJ show (vazba mezi hudbou a média serverem renderujícím vizualizaci)
- osvětlení akce by mělo reagovat na vizualizace a v ideálním případě udržovat přesně stejnou barvu, jakou je aktuální barevný průměr u vizualizací (vazba mezi média serverem s vizualizacemi a DMX signálem ovládajícím světla)
- osvětlení akce by mělo reagovat na rychlost hudby (vazba mezi rychlostí beatu hudby a DMX signálem ovládajícím světla)
- laser by měl reagovat na aktuální rychlost hudby (vazba mezi rychlostí beatu hudby a SW ovládáním laseru)
- střih videa by měl reagovat na hudbu (vazba mezi střihačem videa a aktuálně hranou hudbou)
- předrenderované animace by měly reagovat na hudbu (vazba mezi aktuálně hranou hudbou a ovládáním media serveru s předrenderovanými animacemi)
- loga na plazmových obrazovkách musí reagovat s programem a itinerářem akce (vazba mezi programem akce a člověkem, který ovládá sekundární media server s logy)

Dalším krokem návrhu multimediální show je stanovení, jaké tyto vazby je možné a účelně udělat technologicky za pomoci centrálního řízení a jaké je lepší ponechat lidskému faktoru a komunikaci. Při projití jednotlivých bodů je jasné, že ve většině případů

je možné zvolit obě dvě možnosti. V případě synchronizace renderované vizualizace s hudbou by bylo manuální zadávání tempa hudby do počítače velice nepohodlné a nepraktické a je lepší navrhnout vazbu automatizovaně. Stejným případem je i reakce osvětlení na barvu vizualizace a rychlost hudby. Když je rychlostí hudby automatizovaně řízeno osvětlení, je praktické, aby stejná technologie byla použita i u laseru. Naopak reakce střihu videa by byla v automatizované formě neúčelná a je lepší ji ponechat na lidském faktoru. Stejný případ je i odbavování předrenderovaných animací a log.

Když máme stanoveny, které vazby je potřeba automatizovat, je dalším logickým krokem zvolení technologické platformy, pomocí které bude vazba realizována. Mezi audio zdrojem a média serverem, který renderuje v reálném čase vizualizace, je možná vazba pouze skrze klasický audio kabel. Mezi média serverem a systémem řízení osvětlení je už ale možné vazeb více. Nejprve je nutné zjistit, jakým způsobem získat údaj o průměrné barvě vizualizace. V podstatě jsou 2 přístupy, jak tyto data zjistit. Jednou možností je v reálném čase analyzovat video signál vizualizace centrálním media serverem a druhou možností je nechat renderující média server tento údaj exportovat současně s renderem. Technicky jsou možné obě možnosti, ale export údaje je výpočetně mnohem méně náročnější a proto i prakticky použitelnější. Zbývá ještě exportovaný údaj interpretovat inteligentnímu osvětlení. Toho může být docíleno přímým exportem do signálu DMX, který bude definovat barvu osvětlení ve světelném programu exportem skrze MIDI rozhraní, které informaci o barvě přenese osvětlovacímu pultu k dalšímu zpracování. Ačkoliv by se zdálo praktičtější použít export přímo do signálu DMX, při samotné realizaci show bychom se ochudili o praktickou možnost používat jinou barvu, než barvu vizualizace. To by bylo v praxi velmi nepraktické a proto je zvolen přenos skrze MIDI. K přenosu rychlosti beatu k osvětlovacímu pultu a laseru je rovněž využito MIDI, které je pro tento typ aplikací nejpoužitelnější.

Nyní když máme vyřešeny všechny vazby interakcí jednotlivých prvků multimediálního show, se můžeme pustit do samotné realizace. Centrem odbavování všech prvků je centrální média server, který odbavuje předrenderované animace a distribuuje video signál s vizualizacemi a sestříhaným materiálem z kamer. Sestříhaný materiál z kamer kromě projekce putuje ještě do 2 plazmových obrazovek a do dalšího nezávislého média serveru, kde je v reálném čase encodován a streamován pro online spuštění, které je

součástí zadání. V pořadí třetí média server s vlastní obsluhou se pak stará o puštění log a předrenderovaných reklam na další 4 plazmové obrazovky. DJ odvádí zvukovou složku ke čtvrtému média serveru, který se stará o render vizualizací. Tento média zároveň exportuje údaj o průměrné barvě vizualizace a rychlosti analyzované skladby, který je přeposílán skrze MIDI rozhraní. Pomocí MIDI se tyto údaje dostanou k řídicímu světelnému pultu a PC rozhraní, které ovládá skrze ILDA laserový systém. Tím jsou zajištěny všechny automatizované vazby a multimediální show spolehlivě funguje.

Z předcházejícího popisu je zřejmé, že užití tohoto systému, který využívá velké množství různých digitálních standardů, je v praxi velmi náročné. Proto v kapitole 6 navrhuji, jak by mohl vypadat inovativní centrální způsob řízení, který by byl mnohem použitelnější a nabízel by i více možností.

Existenci vyzkoušených a prověřených strategií, návrhu multimediálních show, považuji za klíčovou konkurenční výhodu této společnosti. Z mé zkušenosti při působení u jiných společností a subjektů je zde přístup k přípravě podobných show často špatně organizován a nahodile uspořádán. To se pak negativně odráží v kvalitě produktu.

5.5. Možnosti rozvoje společnosti

Obor, ve kterém společnost REA models působí, v sobě skrývá velký potenciál a široké možnosti dalšího rozvoje. Je zde však i řada rizik, které by bylo vhodné eliminovat a výrazně omezit. Jako slabou stránku společnosti REA models vidím její prezentaci a pasivní přístup k vyhledávání nových klientů. Agentura spoléhá na své dobré jméno, kontakty a bohaté zkušenosti. Vzhledem k relativně malému a omezenému trhu, na kterém agentura působí, zatím tento přístup k vyhledávání klientů není výraznou překážkou. Klient, který poptává podobný druh akce má většinou k dispozici potřebné reference a sám se agentuře ozve. Můj názor ovšem je, že agentura by měla sama své potenciální klienty vyhledávat a motivovat je k tomu, aby využili jejích služeb. V souvislosti s tím bych navrhl zásadně přepracovat internetovou prezentaci agentury a při návrhu nové využít multimediální prvky v souladu se současným trendem v oblasti.

Další slabou stránkou agentury spatřuji v jejím úzkém zaměření, na specifickou službu, v podobě velkých multimediálních show. Myslím, že by bylo vhodné, aby agentura rozšířila své portfolio i směrem k jiným formám poskytování multimediálních služeb. Vhodnou formou nové aktivity by bylo například provozování reklamní sítě s velkoplošnými LED obrazovkami. Agentura má mnoho z potřebných technologií, pro tento druh podnikání. Navíc má s technologií i bohaté zkušenosti a provozování tohoto druhu reklamní sítě by pro ni nebylo obtížným úkolem. Zároveň by agentura mohla využít svého dobrého jména a mnoho svých spokojených klientů přesvědčit, aby služeb její reklamní sítě využilo.

Závěrem bych rád i zhodnotil pravděpodobnost realizace těchto projektů. Projekt nových moderních multimediálních internetových stránek agentury hodnotím jako velmi reálný. Věřím, že by nová prezentace byla pro společnost přínosná a agentura v této oblasti podnikne v co nejbližší době potřebné kroky. Složitější úvaha je nad stavbou reklamní sítě na LED principu. Agentura již nad tímto projektem uvažovala, ale v současné době se pravděpodobně rozhodne tento projekt nerealizovat. Důvodem je nízká právní jistota v oblasti udílení povolení pro reklamní systémy v oblasti dálničních sítí. V současné době se jedná o výrazném omezení reklam v těsné blízkosti komunikací a rychlostních komunikací a proto by obrovská investice, co tohoto druhu reklamního systému, nemusela být rozumnou.

6. Návrhy možností rozvoje

Při analýze teoretických údajů a praktických zkušeností, které byly tématem předchozích kapitol, jsem narazil na několik oblastí, které bych doporučoval optimalizovat nebo kde shledávám možnost dalšího rozvoje. V této kapitole bych se proto rád věnoval této problematice a navrhl řešení, která by situaci vhodně ošetřila a zajistila optimální možnost dalšího rozvoje oblastí. V závěru této kapitoly také navrhuji koncept konstrukce nového typu zabezpečení pro multimediální laserové systémy, který by významným způsobem zvýšil bezpečnost užití těchto systémů na veřejných prostranstvích a omezil riziko vzniku případného zranění oka pozorovatele. Praktická realizace tohoto typu zabezpečení by mohla znamenat významný rozvoj celé platformy, protože v současné době se tyto systémy nesmějí používat v řadě zemí, což velice brání jejich adekvátnímu rozvoji.

6.1. Online multimediální obsah

Pro optimální rozvoj multimédií v internetovém online prostředí je nezbytné, aby existoval jednotný standard, jak tyto multimédia vytvářet. Tento standard by měl být k dispozici na všech platformách a měl by na každé z nich i zajišťovat stejný chod konkrétního projektu. V minulosti zde byla řada společností, která se chystala podobný standard vytvořit pomocí dodatečného pluginu do prohlížeče. Mezi nejvýznamnější patřily Microsoft Silverlight, Macromedia Flash a Apple Quick Time. Jako nejvhodnější se ukázal Macromedia Flash, který dokázal vytlačit své konkurenty a ovládnout všechny dostupné platformy. Díky tomu mohly vzniknout nejvýznamnější internetové multimediální projekty, jako je YouTube a mnoho dalších. V roce 2010 se ovšem situace mění díky příchodu nových platform společností Apple, které Macromedia Flash nepodporují a staví do popředí technologie HTML5. Pravdou je, že HTML5, s přímou podporou kódování videa H264, v nějakých směrech může flash nahradit a v některých je výkonnostně efektivnější. Pro vývojáře je to ovšem neřešitelný problém, protože multimédia na technologii flash na nových Apple platformách nefungují, což se negativně odráží v jejich praktické použitelnosti. Situace může v blízké budoucnosti znamenat výrazné omezení rozvoje kreativních online multimédií.

6.1.1. Návrh řešení problému

Návrh řešení této problematiky je velmi složitý, protože by vyžadoval širokou shodu mezi mnoha společnostmi, které ale na trhu reprezentují rozdílné zájmy. Dle mého názoru je nezbytné, aby do této situace zasáhla nějaká centrální autorita, která rozhodne, jaký standard bude používán. Nejsnadnější řešení by bylo, kdyby Adobe modifikoval Macromedia Flash k tomu, aby byl schopný exportovat projekty přímo do formátu HTML5. Takovýto krok by z principu nebyl nemožný a pokud by Adobe něco dostatečně motivovalo, byl by i reálný. Problémem ovšem je, že současná finální specifikace HTML5 není úplně rovnocenná s Flash 10.0 a bylo by potřeba ji upravit.

Jako jediný způsob, jak něčeho takového docílit, vidím rozhodnutí centrální autority, které by bylo závazné pro všechna zařízení na konkrétním trhu. Úplně by postačovalo, aby takové nařízení platilo jen na trhu EU, protože výrobci by ho automaticky začali dodržovat celosvětově. Rozhodnutí, že každé zařízení na trhu, které disponuje internetovým prohlížečem, musí povinně podporovat např. HTML5,5 (upravená verze se všemi elementy, které jsou potřeba k plnohodnotnému exportu z flashe) by situaci dlouhodobě vyřešilo a umožnilo by další rozvoj.

6.1.2. Šance na realizaci

Osobně nevidím v současné situaci návrh jako realizovatelný. K řešení situace možná dojde v budoucnosti, pokud se počet nekompatibilních zařízení výrazně rozšíří a spory mezi společnostmi povedou k soudním sporům. Osobně se však domnívám, že by tuto situaci bylo rozumnější řešit v předstihu. Evropská komise již v minulosti ukázala, že je schopná prosadit například oslabení pozice dominantního internetového prohlížeče, takže se domnívám, že by mohla prosadit i povinné dodržení určitého standardu, který bude mít v konečném důsledku na uživatele i vývojáře podstatně větší vliv. Mnoho současných uživatelů, kteří mají jen základní znalosti, ani netuší, že pokud vyberou nevhodné zařízení, nemusí se jim velká část multimediálního obsahu na internetových stránkách zobrazit.

6.2. Nový digitální standard centrálního řízení show

Jak jsem již zmínil v kapitole 4 a 5, v současné době je nutné při realizaci multimediálních show použít velké množství různých digitálních systémů řízení a vzájemně nekompatibilní kabeláže. Při show, jehož návrh byl součástí i kapitoly 5, bylo hned 7 různých přenosových standardů s využitím 7ti různých kabelů (MIDI, DMX, ILDA, UTP, AUDIO, Svideo, HDMI). Přítom existence jednoho řídicího standardu by celou přípravu show výrazně zjednodušila a umožnila by i další rozvoj oblasti. Zvláště když v dnešní době již existují zařízení, které v sobě kombinují prvky mnoha zařízení jiných (existuje například DMX řízený moving head, který v sobě integruje media server, laserový projektor a video projektor – do tohoto zařízení se tedy přistupuje současně skrze UTP, DMX, MIDI, ILDA, HDMI i Svideo). Neflexibilita řízení tohoto druhu zařízení velmi omezuje jejich funkčnost a přitom právě v rozvoji takovýchto komplexních zařízení, vidím potenciální budoucnost na poli multimediální projekce.

6.2.1. Návrh řešení problému

Návrh řešení spočívá v návrhu zcela nového a univerzálního komunikačního standardu, který by umožňoval centrální ovládání osvětlení i laserů, přenos i mnoha full HD video složek a kvalitního audia s datovou sítí. Přítom by nebylo nutné vytvářet úplně novou specifikaci a nový protokol. K tomuto využití se nabízí standardní UTP kabel, ve kterém by nebylo při 1Gbit rychlosti přenášet i mnoho komprimovaných složek s HD videem a spoustu dalších informací. Pro UPT navíc existuje již infrastruktura a spousta příslušenství, která by se dala v oboru snadno využít. Není nutné vyvíjet ani nové přenosové protokoly a pro realizaci by stačovala i specifikace TCP IP. V praxi by využití systému mohlo vypadat následovně. Každý inteligentní světelný efekt by si v případě připojení k síti nechal přidělit IP adresu a centrální řídicí jednotka by si z jeho vnitřní paměti stáhla informace, o jaký druh zařízení se jedná a jaké řídicí možnosti podporuje. Ke komunikaci by pak docházelo obdobným způsobem, jako mezi dvěma počítači. Byl by umožněn audio stream, video stream v nastaveném rozlišení, laser frame render a cokoliv dalšího, co je v oblasti centrálního řízení potřeba. V praxi by tak při realizaci show stačilo vše zapojit do jedné jediné sítě, skrze kterou by bylo zajišťováno vše od připojení k internetu až po video

stream do online prostředí. Nevýhodou řešení ovšem je značné zvýšení pořizovacích nákladů techniky, což by ovšem u drahé high-end techniky v pořizovací ceně v řádek stovek tisíc korun tolik nevadilo a ovlivnilo by to spíše levné výrobce.

6.2.2. Šance na realizaci

Šanci na realizaci vidím v tomto případě jako poměrně reálnou a pevně věřím, že se k tomuto kroku výrobci rozhodnou v nedaleké době. Důvodem nebude ale primárně snaha o zjednodušení celého procesu digitálního řízení, ale určitá forma obrany před levnou asijskou konkurencí. Současná ekonomická situace velkých společností, které se soustředí na výrobu inteligentních světelných efektů není ideální. Jejich profesionální systémy v cenách mnoha set tisíc korun konkurují asijským systémům, které jsou někdy i 100x levnější. Právě proto lze předpokládat, že asijsí výrobci by zůstali u zastaralejšího systému DMX, který by si pořizovali méně nároční zákazníci. Náročnější zákazníci by pak měli stále důvod, proč kupovat o řád dražší techniku.

Problémem ovšem je, že standard by musel někdo specifikovat a uvolnit, aby ho využili všichni velcí výrobci v podobném časovém období. Pokud by standard přišel od některého z nich, lze předpokládat, že by nemusel být ostatními akceptován. Ideální formou by bylo, pokud by specifikaci vydala nějaká univerzita nebo nezisková instituce. Šanci na realizaci bych viděl velmi pozitivně.

6.3. Pokročilé zabezpečení laserových systémů

Laserová projekce má obrovský potenciál pro komerční nasazení do reklamy, kterému ovšem stále brání nedostatečná bezpečnost celého systému a vysoké riziko poranění osob. Rozvoj laserových projekčních systémů musí jít ruku v ruce se zvýšením bezpečnosti laserové projekce. To platí zejména v oblasti venkovní a hromadné projekce, kde je zapotřebí využít lasery s vyzářeným výkonem v rámci až desítek wattů a obzvláště v aplikacích určených pro denní použití, kde je nutný počítat s výkonem ještě o 1 řád vyšším. Jakýkoliv pohled do přímého paprsku takto silného laseru nebo do jeho přímého odrazu by vedl k okamžitému a permanentnímu oslepení dotyčné osoby. To může velice

snadno nastat při selhání řízení, kdy z jakéhokoliv důvodu přestane řídící systém realizovat program a paprsek se zastaví v jednom bodě, ale může to nastat i jako selhání lidského faktoru při špatném návrhu laserové projekce.

U laserové projekce se běžně používají techniky, kde laserový paprsek kreslí i mezi lidi a nelze se tak vyhnout kontaktu očí. Platí však jednoduché zásady jakým způsobem diváky show ochránit. Mezi tyto zásady patří například omezit takovéto efekty, udržovat určitou vzdálenost od projektoru, používat správnou techniku (používat lasery se stálým výstupem a ne pulsní lasery), ale i správně navrhnout samotnou laserovou produkci, což je nejdůležitější faktor. Pokud velmi silný laser má svůj paprsek emitovat přímo na diváky, je nutné, aby to bylo jen velmi krátkou dobu a pouze několikrát za celé představení. Efekty se tedy neustále musí pohybovat a mezi jednotlivými scénami by měla být i určitá časová prodleva. Všechny tyto věci jsou ovšem naprosto subjektivní a záleží vždy na vůli samotného autora produkce. Existují ochranné systémy, které diváky chrání v případě poruchy scanu, ztráty signálu apod. Žádný systém ale diváky nechrání před nesprávně navrženým programem, který například několik vteřin drží paprsek v pozici, kde může někoho vážně zranit. I zkušený autor, který u produkce show dbá na doporučení správného návrhu organizace ILDA, může během dlouhé produkce snadno udělat chybu, kterou si nemusí ani uvědomit. Další nebezpečí je v tom, že ani postižená osoba si vůbec nemusí uvědomit, že byla poraněna laserovým paprskem, protože lidské tělo se přizpůsobuje změnám a jen lokální poškození zraku je problémem spíše z dlouhodobého hlediska.

Proto představuje nebezpečí poranění u laserové produkce její nejvýraznější zpomalovací činitel, který nebyl ještě uspokojivě vyřešen. V mnoha státech (například USA) se proto lasery bez zvláštního povolení nesmí k těmto účelům vůbec používat, pokud převyšují výkon 4.9mW. Právě minimální používání laserů v reklamě na území USA je dalším důvodem, proč se lasery nerozšiřují tak rychle, jako jiné technologie. Investoři o ní díky ne tolik velkému trhu nejeví takový zájem.

Řešením by možná bylo návrh systému, který by takovýmto chybám předcházela. V rámci diplomové práce jsem navrhl, jak by takovýto systém mohl fungovat.

6.3.1 *Systém bezpečných zón*

Systém vychází z tzv. „bezpečných zón“, což je oblast reprezentovaná jedním předem definovaným bodem v místě, kde není možné zasáhnout žádného člověka (například 2m nad hlavami lidí). Veškerý pohyb paprsků pak může být definován jako krátkodobá odchylka od tohoto bodu a v moment, kdy žádný program neběží, celý paprsek může mířit právě na tento bod.

Takovýto princip by samozřejmě u laserů založených na frame technologii nebyl žádným způsobem možný, inspiroval mě však k návrhu jak by bylo možné danou problematiku ošetřit. Hardware řešení by v tomto ohledu bylo velice složité a problematické, nabízí se ovšem možnost řešení softwarového. Princip by spočíval v tom, že před samotnou akcí by do speciálního software byly zaneseny tzv. „bezpečné zóny“ – tedy oblasti, ve kterých se za žádných okolností nemohou pohybovat pozorovatelé. Vzhledem k tomu, že celá laserová show je již před projekcí zkompileována, softwarový validátor by na základě údajů o maximální výchylce paprsků, rozměrů místnosti a informaci o bezpečných zónách mohl zkontrolovat celý připravovaný program a zjistit, zda nehrozí nějaké nebezpečí pro návštěvníky. Program by nemusel pracovat v reálném čase a tak by mohl do detailu analyzovat pohyb všech paprsků a zda nějaký paprsek nezůstane na některém místě nebezpečně dlouho nebo ho nenavštěvuje opakovaně. Pokud by narazil na takovýto problém, mohl by připravit i návrh řešení, který by spočíval v drobném odchýlení paprsku, zeslabení paprsku, nebo posunutí celého obrazu na bezpečné místo. Z povahy laserové projekce by to nemělo mít zásadní význam v narušení projekce a i kdyby mělo, rozhodně by to stálo za ochránění zdraví pozorovatele. Takovýto systém by pak bylo za předpokladu dodržení správného nadefinování vstupních kritérií naprosto bezpečné použít v jakýchkoliv podmínkách.

Samo o sobě by to ale bohužel nestačilo a zařízení by muselo být ještě doplněno kontrolou dodržení bezpečných zón. V praxi by se totiž mohlo stát, že ačkoliv dojde ke správnému zaměření bezpečné zóny, dojde externalitou (špatné zavěšení, povětrnostní vlivy apod.) ke změně sklonu systému. Ačkoliv se to zdá jako malicherná představa, tak u projekcí na velké vzdálenosti může změna v rámci cm může posunout bezpečnou zónu o několik metrů. To by ale znamenalo pro návštěvníky ještě větší nebezpečí, protože právě v bezpečné zóně (která by již nyní bezpečná nebyla) bude nejvyšší koncentrace paprsků.

Takovéto situaci by se dalo zamezit použitím kontrolního senzoru uvnitř bezpečné zóny, na který by byl každý předem stanovený počet frame laserem poslán signál. Pokud by signál nebyl registrován, došlo by k přerušení projekce, protože došlo i k vychýlení systému. Samotný software by se na takový senzor mohl i automaticky zaměřit použitím široké laserové hladiny bezpečné úrovně. Po nalezení nové polohy by pak mohl i automaticky přepočítat bezpečné zóny a pokračovat v projekci. Pokud by byl takovýto systém vytvořen a bylo normativně definováno již nějakým hygienickým předpisem použití zón, jednalo by se o naprosto bezpečnou produkci při použití jakkoliv silného laserového zdroje a projekce by mohly být povoleny i ve státech, kde v současné době nejsou.

6.4.2. Šance na realizaci

Realizaci tohoto projektu nebrání žádné technické překážky a mohl by být jednoznačným přínosem, který by ochránil diváky laserových show. Přínosem by byl i pro autory show, které by nemuseli věnovat tolik času optimalizaci programu, pro zvýšení bezpečnosti. Systém by to automaticky udělal za ně. Aby mohl být ovšem projekt realizován, musela být všeobecná vůle to učinit, kterou by mohl vyvolat pouze nějaký zákonný předpis. Pokud by se tedy zákonodárce (například Evropskou komisí) povedlo přesvědčit, že laserové projekční systémy jsou nebezpečné a podobný systém by mohl nebezpečí eliminovat, vidím úspěch tohoto řešení jako velice nadějný. Zatím ovšem žádný podobný návrh, který by zpříšňoval podmínky laserové projekce, není v EU zvažován.

7. Závěr

Výrazné rozšíření multimédií, díky expanzi výpočetní techniky v posledních letech, přineslo i lukrativní možnost jejich využití v komerční praxi. Počet firem a společností, které tuto možnost využívají, v poslední době neustále roste a zvyšuje se tak konkurenční tlak uvnitř trhu. Zvýšení konkurence uvnitř trhu klade vysoké nároky na kvalitu produktů a akceleruje vývoj nových technologií. Z multimédií se tak stává jedno z nejdynamičtější rostoucích odvětví a lze předpokládat, že tento trend bude pokračovat i nadále. Podnikání v oblasti poskytování multimediálních služeb vyžaduje kreativitu a hledání nových cest, postupů a technologií. Právě proto platí, že tento trh je vždy otevřen novým firmám a může v případě dobrého nápadu nabídnout i velmi rychlý úspěch. V budoucnu lze předpokládat, že budou přicházet stále nové technologie, které kreativním firmám budou nabízet široké možnosti uplatnění. Naopak lze i předpokládat, že trh s distribucí online multimediálního obsahu, ovládne jen několik velkých hráčů, kteří se stanou natolik dominantními, že vstup do tohoto odvětví multimédií již nebude možný. Již dnes můžeme tento stav pozorovat u některých dominantních společností (youtube.com, iTunes) a lze očekávat, že tento stav se bude nadále ještě prohlubovat.

Budoucnost multimédií zatím jednoznačně směřuje k hlubšímu přiklonění k online podobě a lze předpokládat, že v budoucnu bude většina multimédií dostupná skrze cloud computing a právě tato online forma se stane hlavním a klíčovým zdrojem informací, pro běžného člověka. Z komerčního pohledu budou zajímavé i technologie rozšířené reality, se kterými se budeme moci setkat již v nedaleké budoucnosti. Skrze tyto technologie bude možné navigovat potenciálního zákazníka až k prodejci a jejich použití bude znamenat rovněž obdobný průlom v reklamě, jako uvedení televizoru. Lze ovšem očekávat, že díky multimediálním technologiím se stane dynamická reklama všudypřítomnou i bez technologie rozšířené reality. Obrazovky různých rozměrů na bázi technologie LED nebo OLED doslova zaplaví všechna potenciální místa a není vyloučené, že se objeví i na oblečení a dalších netradičních místech. Laserové systémy zase za vhodného počasí vykreslí velkoplošnou reklamu do mraků nad městy a ztělesní tak vizi Julie Verna, který podobnou technologii předpovídal již před mnoha lety. Všechny tyto nové možnosti přinášejí nekonečné příležitosti a možnosti uplatnění pro kreativní společnosti, které chtějí působit na poli poskytování multimediálních služeb a reklamy.

Při analýze teoretických údajů a praktických zkušeností, jsem narazil na několik oblastí, u kterých jsem navrhl optimalizace nebo nastínil možnost dalšího rozvoje. Osobně se domnívám, že praktická realizace systému „bezpečných zón“ by byla pro laserovou projekci velice přínosnou a mohla by pozitivně ovlivnit její budoucí vývoj. Pokud se laserová projekce má komerčně více rozšířit, definitivní vyřešení otázek bezpečnosti je klíčové a nikde jsem nenašel žádný koncept, který by tuto situaci adekvátně vyřešil ve srovnatelné úrovni, jako právě koncept bezpečných zón. Z praktického hlediska by bylo jistě zajímavé i zavedení jednotného standardu řízení světel, laserů i streamu videa, skrze technologie na principu TCP IP.

Vypracování diplomové práce pro sebe hodnotím jako velice přínosné, protože mi umožnilo analyzovat problematiku poskytování multimediálních služeb v širších souvislostech a donutilo nad zamyšlením nad projekty, které bych v blízké budoucnosti rád realizoval i v komerční praxi. Zároveň jsem při studiu odborné literatury a odborných článků narazil na mnoho zajímavých informací, které jsou dle mého i prakticky využitelné a usnadní mi další působení v této oblasti poskytování služeb.

8. Seznam použité literatury

Seznam citované literatury je uveden průběžně v poznámkách pod čarou.

Knihy:

1. HALLSAL, F. *Multimedia communications*. Harlow: Addison-Wesley, 2001. ISBN 0-201-39818-4.
2. MCGLOUGHLIN, S. *Multimedia: Concepts and Practice*. London: Prentice Hall, 2001. ISBN 0-13-018830-1
3. BENEŠ, Ž. *Moderní počítačová grafika*. Praha: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0454
4. VAUGHAN, T. *Multimedia: Making It Work* 1.th. New York : McGraw-Hill, 2004. 507 pgs. ISBN 978-0-07-128682-4
5. VOLEK, J. a REIFOVÁ, I. *Slovník mediální komunikace*. 1. vyd. Praha : Portál, 2004. 474 s. ISBN 80-7178-926-7.
6. FELDMAN, T. *Multimedia* 1. th. London: Chapman & Hall, 1994. 139 pgs. ISBN 1-857130-10-3.
7. VLACH, M. *Photoshop*. Praha: Computer Press, 2002. s. 150 ISBN 80-7226-791-4
8. BARČÍK, T. *Retušování a úpravy fotografií*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1757-6
9. MAŤÁTKO, J. *Elektronika*. 2. vyd. Praha: IDEA SERVIS, 2003. s. 271 ISBN 80-85970-20-1
10. POPELKA, M. a VÁLKOVÁ, V. *Pravěk a starověk*. Praha: SPN, 2004. s.366 ISBN 80-7235-145-1.

Odborné články v časopisech a publikacích:

dostupné v databázích ACM Digital Library a ProQuest 5000

1. WIJNANTS, M., Proceedings of the 2nd international workshop on Advanced architectures and algorithms for internet delivery and applications. *ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 198*. 2006, č.7 ISBN:1-59593-505-3
2. WIJNANTS, M.; VLEESCHAUWER, G., Web based multimedia services. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*. 2006, č. 7, ISSN:1551-6857
3. RAKKOLAINEN, I.; ERDEM. T., International Multimedia Conference. *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia*. 2006, s. 185 – 188. ISBN:1-59593-447-2
4. DOWNIE, M. Field—a new environment for making digital art. *Computers in Entertainment*. 2008, roč. 28, č. 4. ISSN:1544-3574
5. BERGSTROM, I. Mutable mapping: gradual re-routing of OSC control data as a form of artistic performance. *ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 422*. 2009, s. 290-293. ISBN:978-1-60558-864-3
6. GILL, P.; ARLITT, M. Youtube traffic characterization: a view from the edge. *Internet Measurement Conference Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement*. 2007, s. 15 – 28. ISBN: 978-1-59593-908
7. GRAY, K.; FOGHORN, R. Victory Media Network®: the world's largest outdoor digital gallery. *ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 252*. 2007, č. 4. ISBN:978-1-59593-669-1
8. TROWBRIDGE, D. Multimedial system integration. *Computer technology review*. 1992. ISSN: 02789647
9. RICKWOOD, L. Multimedial light show and standards. *EventDV*. 2009, roč. 22, č.3, s. 2, ISSN: 15542009

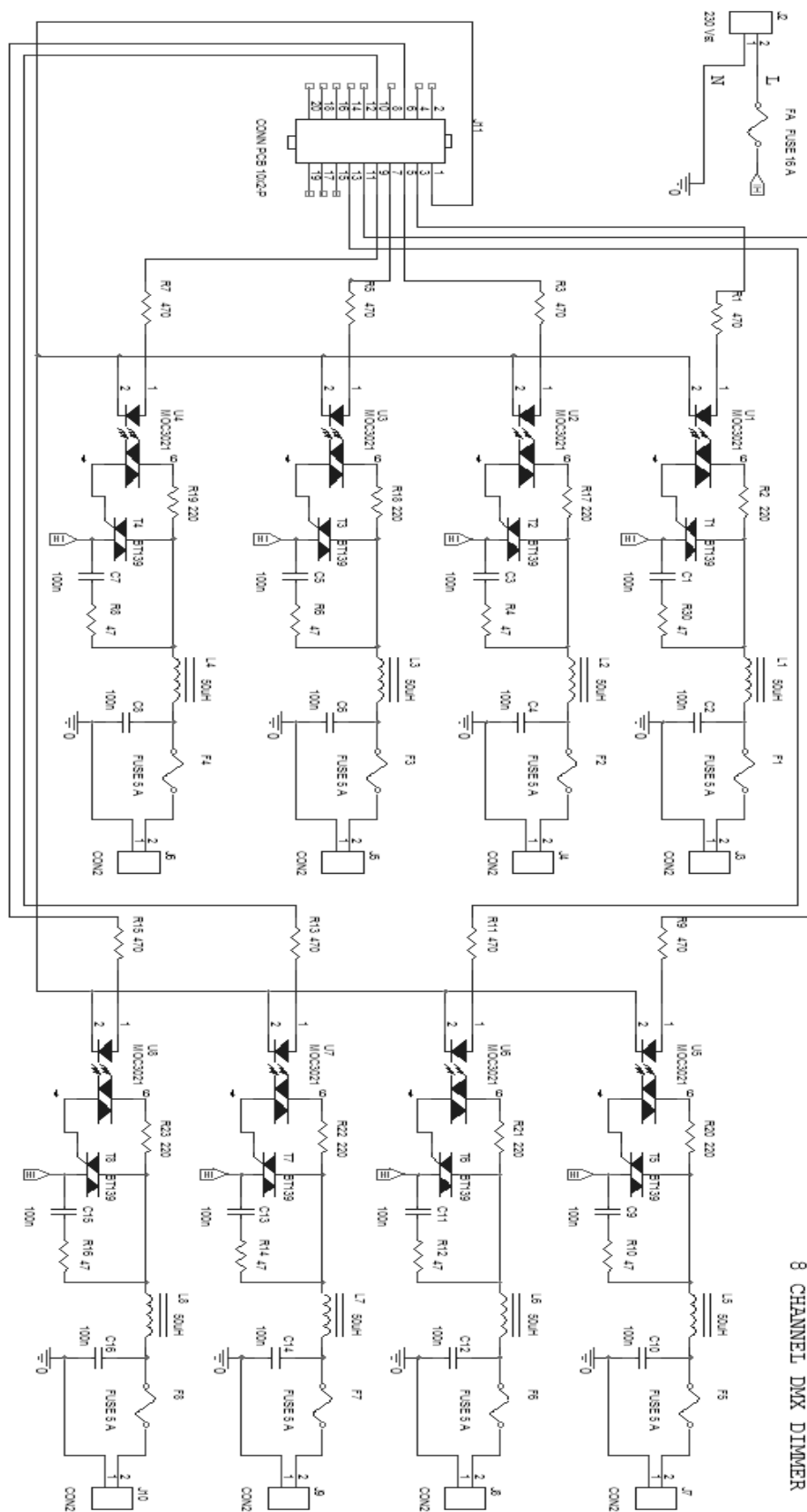
9. Seznam příloh

Příloha A – modelové schéma zapojení dimeru. Návrh Jaroslava Nušla a Petra Paclta (Praha 1997). Rozsah 1 strana.

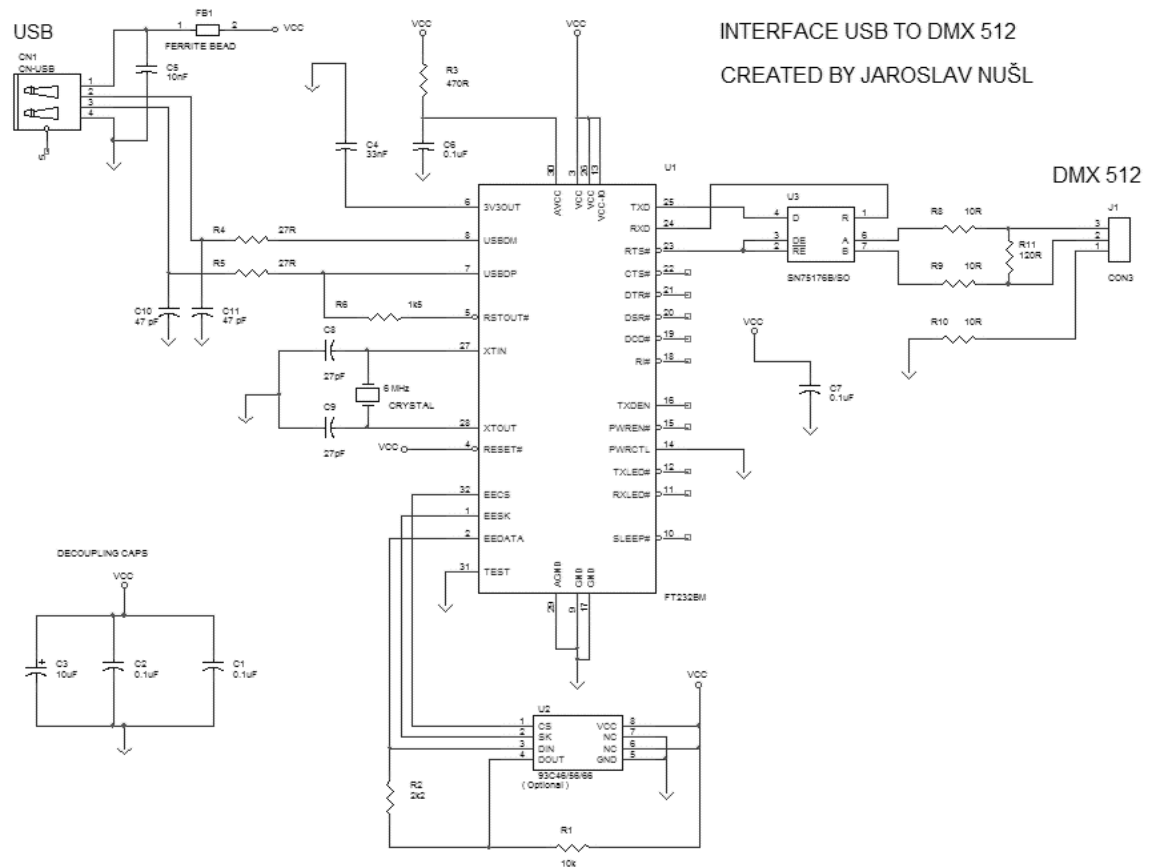
Příloha B – modelové schéma USB interface pro standad DMX 512. Návrh Jaroslava Nušla (Praha 1998). Rozsah 1 strana.

Příloha C – Modelové schéma univerzálního DMX dekóderu. Návrh Jaroslava Nušla (Praha 1999). Rozsah 1 strana.

Příloha A – modelové zapojení dimmeru (Jaroslav Nušl, Praha 1997)



Příloha B – USB interface pro standad DMX 512. Jaroslav Nušl (Praha 1998)



Příloha C – Univerzální DMX dekódér. Jaroslava Nušl (Praha 1999)

